



ANNALES
DES MINES,

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES
ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RAPPORTENT;

RÉDIGÉES

Par les Ingénieurs des Mines,

ET PUBLIÉES

Sous l'autorisation du Conseiller d'État, Directeur général des Ponts et Chaussées et des Mines.

TROISIÈME SÉRIE.



TOME XIII.

PARIS,
CHEZ CARILIAN-GŒURY, ÉDITEUR-LIBRAIRE,
QUAI DES AUGUSTINS, N° 41.

1838.



COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

Les [illegible] *Mines* sont publiées sous les auspices de l'administ[illegible] [illegible]ale des Ponts et Chaussées et des Mines, et sous la [illegible] une commission spéciale formée par le Directeur g[illegible] [illegible]e commission est composée, ainsi qu'il suit, des [illegible] [illegible]u conseil général des mines, de l'inspecteur des études et [illegible] [illegible]ofesseurs de l'École des mines, du chef de la division des m[illegible]es, d'un ingénieur secrétaire, et d'un ingénieur secrétaire-adjoint.

MM.
Cordier, inspecteur général, membre de l'Académie des sciences, président.
Brochant de Villiers, inspecteur général, membre de l'Acad. des sciences.
De Bonnard, inspecteur général.
Héricart de Thury, inspect. génér.
Migneron, inspecteur général.
Berthier, inspecteur général, membre de l'Académie des sciences, profess. de chimie.
Lefroy, inspect. génér. adjoint.
Voltz, inspect. génér. adjoint.
Guenyveau, ingénieur en chef, professeur de métallurgie.
Garnier, ingénieur en chef, secrétaire du conseil général.

MM.
Dufrénoy, ingénieur en chef, inspect. des études de l'École des mines, profess. de minéralogie.
Élie de Beaumont, ingén. en chef, membre de l'Académie des sciences, profess. de géologie.
Combes, ingénieur en chef, prof. d'exploitation des mines.
De Cheppe, chef de la division des mines.
Le Play, ingénieur, secrétaire de la commission de statistique de l'industrie minérale, secrétaire de la commission.
De Boureuille, ingénieur, secrétaire-adjoint de la commission.

L'administration a réservé un certain nombre d'exemplaires des *Annales des Mines*, pour être envoyés, soit à titre de don aux principaux établissements nationaux et étrangers, consacrés aux sciences et à l'art des mines, soit à titre d'échange aux rédacteurs des ouvrages périodiques français et étrangers, relatifs aux sciences et aux arts. — Les lettres et documents concernant les Annales des Mines doivent être adressés, *sous le couvert* de M. le directeur général des ponts et chaussées et des mines, à *M. le secrétaire de la commission des Annales des Mines*, à Paris.

Avis de l'Éditeur.

Les auteurs reçoivent *gratis* 10 exemplaires de leurs articles. Ils peuvent faire faire des tirages à part à raison de 10 fr. par feuille pour le premier cent, et de 5 fr. pour les suivants.

La publication des *Annales des Mines* a lieu par cahiers ou livraisons qui paraissent tous les deux mois. — Les trois livraisons d'un même semestre forment un volume. — Les deux volumes composant une année contiennent de 60 à 80 feuilles d'impression, et de 18 à 24 planches gravées. — Le prix de la souscription est de 20 fr. par an pour Paris, de 24 fr. pour les départements, et de 28 fr. pour l'étranger.

PARIS. — IMPRIMERIE ET FONDERIE DE FAIN,
RUE RACINE, N° 4, PLACE DE L'ODÉON.

MÉMOIRE

Sur le mouvement permanent de l'eau dans les tuyaux de conduite d'une petite longueur, et sur les oscillations d'une amplitude comparable à cette longueur dans les grands tuyaux de conduite ;

Par M. ANATOLE DE CALIGNY.

(1) Je suis parvenu, par des considérations rationnelles vérifiées par beaucoup d'expériences, au résultat suivant. Dans le mouvement oscillatoire de l'eau dans les tuyaux de conduite, ce que les hydrauliciens nomment le *coefficient* de la résistance des parois proportionnelle au carré de la vitesse moyenne, pour chaque élément de l'espace et du temps, est moindre que dans le mouvement permanent, lorsque dans tous les cas les vitesses moyennes ne sont pas très-petites.

Avant d'exposer en détail mes propres expériences sur une question aussi importante, je crois prévenir avantageusement le public en ma faveur, si je prouve qu'au moyen de deux séries d'expériences de Dubuat et d'Eytelwein (*a*), qui eux-mêmes ne s'en sont pas aperçus, on pourrait, à la rigueur, établir les bases de la nouvelle branche de l'hydraulique, objet de mes recherches.

En appliquant le calcul à la série d'expériences d'Eytelwein dont je parle, je suis parvenu à ce

(*a*) Ces auteurs s'étant servis des anciennes mesures, je m'en sers aussi pour simplifier les calculs numériques.

résultat empyrique, vérification d'un de mes résultats rationnels. Quand une série de tuyaux de conduite, d'un diamètre donné et de longueurs différentes, sont successivement garnis d'une même embouchure, destinée à empêcher les déviations de filets connues sous le nom de contraction de la veine, le coefficient du frottement proportionnel au carré de la vitesse moyenne effective, multiplié par la longueur du tuyau, est moindre dans les tuyaux courts que dans les longs tuyaux de conduite, le mouvement étant permanent dans toutes les expériences.

M. d'Aubuisson, qui a rapporté ces expériences dans son Traité d'hydraulique, pag. 61, n'a pas fait cette remarque, et si personne ne l'a faite, malgré sa singularité, c'est sans doute parce qu'on a pris les faits pour des anomalies. Mais quand une série de faits est présentée par un expérimentateur habile et exercé, les prétendues anomalies sont presque toujours le résultat d'une loi inconnue de la nature. J'aurai plus d'une fois occasion de le prouver.

Si le coefficient des frottements, constant quand la longueur des tuyaux a dépassé une certaine limite, dépend, en deçà de cette limite, du rapport du diamètre au chemin parcouru, il est, comme on va voir, naturel de penser que cette loi doit se retrouver, jusqu'à un certain point, dans les oscillations de l'eau dans les tuyaux de conduite, quelle que soit la longueur de ces tuyaux, sauf les phénomènes de la cohésion de l'eau dans les petites vitesses. Divisons par la pensée un long tuyau de conduite en portions d'une longueur comparable à l'amplitude des oscillations. On conçoit que l'ordre des vitesses des filets pourra être à peu près de la même nature dans chaque tuyau

partiel, que si le tuyau total était bien moins long. L'eau se mouvra dans chaque tuyau partiel à peu près comme s'il était seul, sauf l'inertie de l'eau et des raisons dont on tiendra compte, quelle que soit la longueur du tuyau de conduite. Cette prévision est complétement vérifiée par les résultats numériques de plusieurs expériences de Dubuat.

La plupart des machines à élever l'eau ne sont autre chose, selon moi, que des colonnes oscillantes, plus ou moins gênées par des obstacles. Le mouvement de l'eau dans les tuyaux ou canaux d'une petite longueur se présente dans les roues hydrauliques et dans plusieurs circonstances. Aussi, indépendamment des applications qui me sont particulières et qui feront l'objet de plusieurs mémoires, je présente ceux-ci comme étant la base d'une nouvelle branche d'hydraulique d'une utilité immédiate. Je reviendrai sur les applications.

(2) D'après les expériences de Dubuat sur les tuyaux d'un pouce de diamètre, un tuyau de 60 pieds de long, où la vitesse uniforme est assez grande pour qu'on n'ait pas à s'occuper d'autres résistances passives que de celle qui est proportionnelle au carré de la vitesse, absorbe par son frottement les $\frac{20}{21}$ environ de la hauteur du niveau du réservoir au-dessus de son extrémité par où l'eau s'écoule. (Voyez les Tables de M. Prony.)

Dans ces longs tuyaux la perte de force vive, provenant des phénomènes connus sous le nom de contraction de la veine, est tout à fait négligeable. Si la résistance des frottements était, dans les tuyaux courts, proportionnelle au produit du carré de la vitesse moyenne effective par la longueur du tuyau de conduite, la hauteur due à

cette vitesse moyenne effective serait obtenue de la manière suivante.

Si, par exemple, le tuyau a 5 pieds de long et toujours un pouce de diamètre, le rapport de sa longueur à celle du tuyau de Dubuat, dont je viens de parler, est $\frac{1}{11}$. La hauteur de pression du réservoir, absorbée par son frottement, serait donc, en ne tenant compte que de la résistance proportionnelle au carré de la vitesse moyenne, $\frac{18}{11}$ fois la hauteur due à cette vitesse moyenne. Cela revient à dire que cette dernière hauteur due serait $\frac{3}{8}$ de la hauteur du réservoir au-dessus du point de versement.

Or, d'après le chiffre de l'expérience d'Eytelwein, c'est sensiblement ce que donne le tuyau seul sans embouchure, de sorte que l'augmentation causée par l'addition de l'embouchure est l'expression de la loi dont il s'agit pour le cas de ce tuyau. La *hauteur due* à la vitesse moyenne de sortie était augmentée de $\frac{1}{6}$ environ par l'embouchure. Ainsi, quoique le frottement semblât devoir être augmenté de $\frac{1}{6}$, la portion de hauteur du réservoir, absorbée par ce frottement, au lieu d'être les $\frac{5}{8}$ de la hauteur totale du réservoir en dessus du point de versement, n'en était plus que $\frac{5}{8} - \frac{3}{8} \times \frac{1}{6} = \frac{9}{16}$. D'où il résulte que le coefficient du frottement dans cette expérience était seulement environ les $\frac{3}{4}$ de ce qu'il est dans un long tuyau de conduite, il est entendu que c'est en tenant compte du rapport des surfaces frottantes.

Sans continuer ces calculs dans tous leurs détails pour chacune des expériences d'Eytelwein dont il s'agit, je ferai remarquer, comme on peut facilement s'en convaincre au moyen du tableau de ces expériences rapportées par M. d'Aubuisson, que le coefficient des frottements est toujours

bien moindre que dans les longs tuyaux de même diamètre employés par Dubuat. Seulement quand les tuyaux ont moins de 1 à 2 pieds de long, le défaut d'exactitude dans la forme de l'embouchure se fait de plus en plus sentir, et il faut en tenir compte.

Avant d'exposer les considérations rationnelles qui m'ont donné l'idée d'essayer ces calculs, je vais parler des Expériences de Dubuat sur les siphons, Principes d'Hydraulique, tom. II, pag. 51 (*b*).

(3) En appliquant le calcul aux plus grandes oscillations qu'il ait produites dans un siphon de 3 pouces de diamètre, avec une colonne d'eau de 8 pieds 1 pouce 5 lignes de longueur développée, je suis parvenu au résultat suivant. Il y a cinq espèces de résistances passives : 1° la résistance des frottements que l'on attribue au choc de l'eau contre les aspérités des parois, elle est ordinairement supposée proportionnelle au carré de la vitesse moyenne dans chaque élément du temps; 2° la résistance proportionnelle aux simples vitesses moyennes; 3° une troisième espèce de résistance, dont le rapport à la somme des deux autres est d'autant plus grand que la vitesse est plus petite, et qui, pour divers groupes de résultats, est une constante; 4° la résistance d'un coude en demi-cercle, arrondissement qui joint les deux branches droites, et dont le rayon intérieur est moins de trois fois le diamètre 3 pouces du siphon; 5° une perte de force vive provenant des mouvements intérieurs auprès des deux surfaces supérieures. Or, malgré l'existence de ces cinq espèces de résistance,

(*b*) Je n'ai pas cru devoir allonger ce mémoire en donnant tous les détails des expériences dont il s'agit, on pourra revoir les endroits cités si l'on juge que cela soit nécessaire.

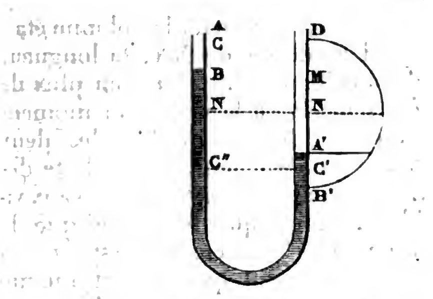
j'ai trouvé que si le coefficient de la première, le frottement proportionnel aux carrés des vitesses, était le même que dans les tuyaux d'une grande longueur pour le mouvement uniforme, il suffirait à lui seul pour rendre exactement compte de la perte totale de travail observée par Dubuat. J'en ai conclu que ce coefficient est, dans la réalité, beaucoup moindre dans ces expériences, comme dans celles d'Eytelwein, que pour le mouvement permanent dans les longs tuyaux de conduite. Il est entendu que, dans tous les cas, je tiens compte de la longueur des surfaces frottantes, relativement au diamètre.

Pour bien faire concevoir le degré d'importance de cette conclusion et la véritable nature des phénomènes, il est nécessaire d'en étudier un peu les détails.

(4) S'il n'y avait aucune résistance passive on parviendrait à ce résultat. La vitesse d'une colonne oscillante dans un siphon varierait comme les ordonnées d'un cercle, ayant pour diamètre l'amplitude théorique; et le carré de la vitesse, comme le carré de ces ordonnées ou comme l'aire des cercles de la sphère, ayant aussi pour diamètre la même amplitude.

L'intégrale du travail résistant, proportionnel dans chaque élément du temps à la simple vitesse moyenne dans cet élément, serait donnée par l'aire d'un cercle, si l'on supposait les résistances très-petites. Dans la même supposition, l'intégrale du travail résistant, proportionnel dans chaque élément du temps au carré de la vitesse moyenne dans cet élément, serait donnée par l'expression du volume de la sphère, étant donnée dans les divers

cas des coefficients numériques. Voici la démon stration de ce théorème :



Le diamètre du siphon à branches droites verticales étant constant, je suppose que la colonne liquide oscillante, qui à l'origine du mouvement occupait la position AC″B′, occupe au moment où je la considère la position BC″A′. En vertu du principe des forces vives, le produit de la masse totale en mouvement par ce que les hydrauliciens nomment la *hauteur due* à la vitesse effective au moment où je la considère sera exprimé par le produit de la colonne partielle A′B′ = AB, par la hauteur CC″ dont le centre de gravité de la colonne A′B′ est censé descendu. NN est la ligne à laquelle les deux extrémités sont de niveau à l'époque de l'équilibre. Or, CC″ = 2B′N — 2C′B′ = A′D, donc la force vive et par suite le carré de la vitesse, puisque la masse est constante, varie comme le produit des deux segments A′D, A′B′ de la ligne DB′. Si nous décrivons un demi-cercle sur DB′ comme diamètre, le produit A′D × A′B′ est égal au carré de l'ordonnée du demi-cercle en A′. Donc le carré de la vitesse varie comme les car-

rés des ordonnées du demi-cercle, et la vitesse comme ces ordonnées elles-mêmes. Ce qu'il fallait prouver.

(5) Dans le siphon de Dubuat, la colonne était élevée de 1 pied au-dessus de NN, la longueur développée de la colonne était d'un peu plus de 8 pieds, la *hauteur due* à la vitesse au moment où l'eau se mettait de niveau dans les deux branches, était $\frac{1}{8}$ de pied, abstraction faite des résistances. La moyenne des *hauteurs dues* aux vitesses variables n'en est que les $\frac{2}{3}$, puisque la force vive varie comme les cercles d'une sphère, en supposant pour un moment qu'il n'y ait aucune résistance passive. Cette moyenne des *hauteurs dues* est donc seulement 1 pouce.

Je suppose le coefficient du frottement, proportionnel au carré de la vitesse moyenne dans chaque élément du temps, le même, à proportion du rapport du diamètre à la longueur de la colonne frottante, que dans les longs tuyaux pour le mouvement permanent. La hauteur d'une colonne d'eau de même diamètre que le siphon, dont le poids serait égal à la résistance du frottement moyen, serait comme on va voir, $\frac{11}{12}$ de 1 pouce, dans le cas où, au moyen d'un piston sans frottement, on conserverait aux vitesses précisément les mêmes valeurs que s'il n'y avait pas de résistances passives dans la colonne fluide. Telle serait la pression résistante moyenne surmontée par le piston. En effet, un tuyau de 1 pouce de diamètre et de 60 pieds de long, dont la dépense s'accorde avec les tables de Prony, absorbe par son frottement vingt fois la *hauteur due* à la vitesse moyenne effective. Si le tuyau avait 3 pouces de diamètre, il faudrait qu'il eût 180 pieds de long pour que le rapport de

la hauteur de pression absorbée par son frottement à la *hauteur due* à la vitesse moyenne effective fût le même. Or, 8 pieds est $\frac{8}{180}$ de cette longueur, le frottement de l'eau dans le siphon absorbera donc $20 \times \frac{8}{180} = \frac{8}{9}$ de la moyenne des hauteurs dues 1 pouce.

Le travail moteur de la pesanteur depuis l'origine du mouvement jusqu'à ce que l'eau soit de niveau dans les deux branches est le produit du poids d'une colonne d'un pied de haut par un chemin égal à 1 pied. Le chemin parcouru par la moyenne des frottements est de 2 pieds pour toute l'oscillation; le rapport du travail des frottements au travail moteur de la pesanteur est donc $\frac{12\times2\times\frac{8}{9}}{12\times12} = \frac{16}{9\times12} = \frac{4}{27}$. Dubuat ayant considéré un ensemble de deux oscillations, le rapport dont il s'agit est doublé, c'est-à-dire qu'à la fin de la seconde oscillation le piston, qui aurait conservé les vitesses en surmontant les frottements, aurait eu à surmonter $\frac{8}{27}$ du travail moteur, que la pesanteur aurait développé pendant une première moitié d'oscillation, de sorte que si la perte de travail était exprimée par une diminution dans le produit de la colonne soulevée au-dessus de NN par la hauteur NM de son centre de gravité, ce produit serait diminué de $\frac{8}{27}$.

Dans la réalité, la diminution ne sera pas aussi grande, par la raison même que les vitesses n'étant plus conservées par un piston, elles sont moindres, ainsi que le frottement qui en résulte.

(6) Je prends maintenant les amplitudes *effectives* observées par Dubuat, et je dis que le frottement est plus grand que si on le calculait,

comme je viens de le faire, mais au moyen de ces amplitudes *effectives*.

Je suppose en effet que le frottement n'existe pas, et que, pour tenir compte de la cause qui diminue les amplitudes théoriques, on suppose une diminution dans la hauteur de la colonne motrice en allongeant la partie horizontale pour que la masse soit la même. Je dis que les vitesses seront moindres que dans l'hypothèse des frottements. Les frottements ne manifestent leur action que par la diminution des vitesses existantes déjà dans la colonne oscillante, et il faut qu'une vitesse existe avant de pouvoir être détruite. Ainsi le travail des frottements étant le même que la portion de travail de la pesanteur soustraite dans l'autre hypothèse, la vitesse moyenne sera plus grande que dans cette hypothèse.

Calculant le frottement pour cette limite inférieure, il n'y aura qu'à prendre une moyenne. Je m'explique. La hauteur de la seconde oscillation, observée par Dubuat, est diminuée de 20 lignes au-dessus de NN. On peut admettre que la hauteur de la première oscillation dans l'autre branche était diminuée de 10 lignes au-dessus de NN, le travail résistant que l'on aurait à surmonter pour conserver les vitesses, comme s'il n'y avait pas de frottement (n° 5); en un mot, le travail résistant du frottement contre le piston, que l'on supposerait nécessaire pour conserver les vitesses, serait comme le cube de l'amplitude, puisqu'il est comme le volume de la sphère ayant cette amplitude pour diamètre. Une des amplitudes est diminuée de $\frac{10}{144 \times 2} = \frac{1}{29}$ environ, l'autre qui, avant de commencer, était

déjà diminuée de cette quantité, était en somme diminuée de $\frac{1}{10}$ environ. En définitive, le travail résistant, au lieu d'être $\frac{8}{27}$, serait $\frac{(\frac{28}{29})^3+(\frac{9}{10})^3}{2} \times \frac{8}{27} = \frac{8}{27} \times \frac{4}{5}$ environ. Prenant la moyenne entre $\frac{8}{27}$ et $\frac{8}{27} \times \frac{4}{5}$, nous avons $\frac{8}{27} \times \frac{9}{10}$ pour la quantité de travail réellement perdue à la fin de la seconde oscillation, relativement au travail moteur de la pesanteur pendant une première moitié d'oscillation, jusqu'à l'époque où l'eau est de niveau dans les deux branches. La perte de hauteur au-dessus de NN étant 20 lignes, à la seconde oscillation est $\frac{1}{7,5}$, un peu moins de $\frac{1}{7}$. Le produit de la quantité d'eau soulevée par la hauteur du centre de gravité NM est comme le carré de la hauteur NO de la colonne soulevée, la perte de travail réelle est un peu moindre que la perte calculée.

Ainsi, comme je l'ai annoncé, en supposant le coefficient de la résistance des parois le même que dans les tuyaux d'une grande longueur pour le mouvement permanent, le frottement proportionnel aux carrés des vitesses suffirait seul pour expliquer le déchet. Mais dans la réalité il y a plusieurs autres résistances, d'où j'ai conclu que celle dont je viens de parler est réellement moindre qu'on ne le suppose.

(7) Pour évaluer de combien elle est moindre, il faut évaluer les autres résistances et déterminer leur mode d'action.

La pression de l'atmosphère sur les deux extrémités de la colonne fait le même effet que deux pistons pressant de chaque côté une colonne liquide oscillant dans le vide. Dubuat a dit que le piston d'une pompe oblige tous les filets à avoir la même

vitesse moyenne que lui jusqu'à une certaine distance. Comme le frottement des filets qui avoisinent la paroi diminue leur vitesse, et qu'il faut cependant que la vitesse moyenne, sinon d'une même molécule, au moins d'un même ensemble de molécules composant un filet, soit la même pour tous les filets, il y a nécessairement des mouvements en gerbes qui absorbent de la force vive. Dubuat a proposé de calculer en somme la résistance qui en résulte, comme si la vitesse à la paroi était égale à la vitesse moyenne malgré ces mouvements, de négliger ces mouvements, et de calculer le frottement d'après ce principe.

Il résulte des calculs précédents sur le frottement de la colonne oscillante, que cette évaluation de Dubuat est bien trop forte; mais aussi il est évident que cette cause de déchet est bien réelle, et qu'elle est d'autant plus sensible relativement aux frottements, que la colonne oscillante est moins longue relativement au diamètre. Cette résistance, très-difficile à évaluer, doit être proportionnelle au carré de la vitesse, sauf les phénomènes capillaires, comme celle du coude à laquelle je la réunirai dans le calcul.

(8) La résistance du coude est aussi très-difficile à évaluer rigoureusement. Comme il ne s'agit ici que d'une approximation, je me servirai d'une règle empyrique donnée dans l'Encyclopedia britannica, article *hydraulicks*. On suppose, sans faire d'ailleurs aucune hypothèse sur le mode d'action de la résistance, que celle-ci est en raison inverse du rayon du coude, toutes choses égales d'ailleurs par rapport au diamètre. De toutes les expériences de Dubuat sur les coudes, celle dont il fait le plus de cas a été faite sur un

tuyau de 1 pouce de diamètre et de 117 pouces de long. On se procurait la même vitesse moyenne dans le tuyau coudé et dans le tuyau droit; l'excès de charge nécessaire pour obtenir dans le tuyau coudé la même vitesse que dans le tuyau droit exprimait, selon Dubuat, la résistance des coudes.

En réunissant l'ensemble de tous les coudes, la résistance était à peu près la même que si le tuyau avait décrit deux fois une circonférence, dont le rayon intérieur, égal pour tous les coudes, était de $2^{po.},61$. La vitesse moyenne $71^{po.},59$ avait pour *hauteur due* environ 7 pouces, la hauteur du réservoir étant de $26^{po.},94$ sur le point de versement des tuyaux droits. La hauteur ajoutée pour vaincre la résistance du coude était environ 6 pouces. Si le tuyau n'avait parcouru qu'une demi-circonférence, comme dans le siphon, la résistance n'aurait été que $\frac{6}{28}$ de la hauteur due à la vitesse moyenne. Dans le siphon, le rapport du rayon du coude au diamètre du siphon était à peu près le même; ainsi la résistance moyenne étant $\frac{6}{9}$ de la *hauteur due* à la moyenne des carrés des vitesses et celle du coude $\frac{6}{28}$, le rapport de celle-ci à l'autre est $\frac{1}{4}$ environ. Il est peut-être encore plus grand, car M. Genieys rapporte des expériences sur de gros tuyaux, d'où il résulte que la résistance était une fois et demie celle qui avait été calculée au moyen des expériences de Dubuat. La résistance du coude serait donc ici $\frac{3}{8}$ de la résistance totale, et par conséquent le frottement serait $\frac{5}{8}$ de ce qu'on l'a supposé, en se basant sur le coefficient du frottement dans les longs tuyaux, n° 2. Je dois cependant observer que dans Dubuat

tous les rayons des arrondissements étant pris pour les arrondissements extérieurs, il paraît qu'il y a une faute d'impression et qu'il s'agit de l'arrondissement extérieur, ce qui diminue la résistance au coude du siphon. Mais indépendamment de la résistance dont j'ai parlé n° 7, il y en a encore deux autres.

(9) Si le rapport de chaque hauteur, obtenue au-dessus de NN à chaque hauteur immédiatement précédente, était constant, la perte de hauteur serait proportionnelle à peu près à l'amplitude, en supposant ces pertes petites comme elles le sont ici. Mais le travail des frottements proportionnels aux carrés des vitesses est, comme le cube de ces amplitudes, à peu près. Le produit du chemin parcouru par la force motrice moyenne, depuis le point de départ d'une oscillation jusqu'à ce que l'eau soit de niveau dans les deux branches, est seulement comme le carré de cette amplitude à peu près, dans la limite dont je m'occupe. Le rapport de la hauteur perdue à l'amplitude serait donc en raison inverse de cette amplitude, de sorte que la valeur absolue de la hauteur perdue serait sensiblement comme le carré de l'amplitude. Tant que cette loi sera observée dans des oscillations successives, on pourra conclure que la loi des résistances est la même au moins dans chaque groupe.

C'est ce qui a lieu jusqu'à un certain point pour plusieurs oscillations. Il y a un accroissement dans le coefficient de la résistance, à mesure que les oscillations diminuent. Cela vient d'abord seulement de ce qu'il y a un terme de la résistance proportionnel aux simples vitesses, ou du moins on peut le supposer en se servant des évaluations

connues. Mais, au delà d'une certaine limite, plus les oscillations diminuent, plus on remarque l'existence d'un troisième terme de la résistance.

(10) La résistance proportionnelle aux simples vitesses variant à peu près comme les ordonnées d'un cercle, son intégrale est comme le carré de l'amplitude, ainsi que le travail moteur de la pesanteur, n° 9. Si cette résistance existait seule, le rapport de chaque hauteur obtenue à la hauteur immédiatement précédente, serait donc toujours le même, quelle que fût la différence des diverses amplitudes. Si donc on avait à considérer que deux espèces de résistances, l'une proportionnelle aux carrés des vitesses, l'autre aux simples vitesses, le *rapport* dont il s'agit pourrait bien finir par être sensiblement constant, mais il ne pourrait jamais être moindre que pour des oscillations d'une plus grande amplitude.

Or, c'est précisément le contraire qui finit par arriver dans les oscillations de Dubuat. Cela est d'autant plus sensible, que les vitesses sont moindres. On peut s'en convaincre, non-seulement en jetant les yeux sur le tableau de la page 51 du tome 2, mais en considérant les rapports, correspondant aux oscillations d'une même amplitude à peu près, dans le tableau de la page 52, où la longueur développée de la colonne oscillante, au lieu d'être 8 pieds 1 pouce 5 lignes environ, est 32 pieds 5 pouces 8 lignes.

Dans plusieurs groupes d'oscillations les hauteurs diminuent comme les termes d'une progression arithmétique. Cela ne devrait pas avoir lieu si le rapport dont il s'agit était constant. Cela indique même, dans les limites données, que la résistance que l'on doit ajouter aux deux pre-

miers termes ordinaires de la résistance des parois, est à peu près une constante.

(11) Pour bien apprécier cette résistance dont l'existence a été reconnue aussi dans des expériences sur le mouvement permanent, je dois faire quelques observations. Dubuat a trouvé que plus les vitesses sont petites dans le mouvement uniforme de l'eau dans un canal, plus le rapport de la vitesse à la paroi, à la vitesse moyenne et à la vitesse *maximum*, est petit. Cela diminue le coefficient de la résistance des parois, mais cela peut augmenter celui de la résistance provenant de l'arrachement des filets qui glissent les uns sur les autres avec des vitesses différentes. C'est peut-être pour cela que cette dernière résistance, qui peut compenser la diminution de la première, ne paraît pas dans les formules ordinaires. Pour qu'elle fût constante, il faudrait que la distribution des vitesses, dans l'intérieur d'un même tuyau, ne dépendît pas de la valeur de la vitesse moyenne, c'est-à-dire que la vitesse relative d'arrachement de deux filets dans une position donnée fût indépendante de la vitesse moyenne du système, ce qui ne peut être rigoureusement.

Dans les mouvements oscillatoires, où la colonne part du repos, il faut, comme l'a très-bien observé Dubuat, sans avoir d'ailleurs fait mes calculs, que tous les filets aient d'abord à peu près la même vitesse en vertu de la cohésion, de sorte que dans les mouvements oscillatoires l'influence de ce qu'il nomme viscosité est plus grande que dans le mouvement uniforme.

D'après tout ce qui a été dit dans ce mémoire, voici donc comme je me représente le mode d'ac-

tion des frottements. Les choses se passent, selon moi, comme si d'abord la masse liquide était en quelque sorte solidifiée, tout en conservant sa flexibilité. A cette époque la vitesse à la paroi est sensiblement égale à la vitesse centrale, et cela augmente dans des rapports donnés toutes les résistances des parois. Je suppose ensuite que plus les vitesses augmentent, plus les choses se passent, comme si la colonne flexible se liquéfiait peu à peu en diminuant de vitesse à la circonférence, ce qui rentre dans nos hypothèses sur l'évaluation des résistances. Or, il faut un certain temps pour que l'ordre des vitesses du centre à la paroi s'établisse, comme si cette viscosité n'existait pas à l'origine. L'ordre primitif de ces vitesses se conserve donc, jusqu'à un certain point, le long d'un certain chemin, et peut-être conserve-t-il quelque influence pendant la durée de toute l'oscillation, même quand la vitesse devient assez grande.

Il serait assez difficile d'assigner la valeur du déchet provenant de cette cause; mais il était essentiel de remarquer son existence, parce que, toutes choses égales d'ailleurs, dans le rapport du chemin parcouru au diamètre, plus les vitesses et les amplitudes seront grandes, moins cette résistance sera importante.

(12) Je puis donc, *à fortiori*, établir cette conséquence générale. Quand le chemin parcouru par l'eau dans un tuyau de conduite, par un mouvement permanent ou par un mouvement oscillatoire, est, relativement au diamètre, au-dessous d'une certaine limite, sans être excessivement petit, le coefficient de la résistance des parois, proportionnelle au carré de la vitesse moyenne dans chaque élément de l'espace et du temps, est beau-

coup moindre qu'on n'aurait dû le penser jusqu'ici, d'après les idées généralement reçues sur le mode d'action des frottements.

Il y a donc lieu à établir une nouvelle théorie sur ce mode d'action.

(13) On parvient au résultat rationnel suivant; à une certaine distance des parois, quand le tuyau n'est pas trop long, le frottement de ces parois cesse d'agir d'une manière sensible, et le cylindre liquide intérieur se meut, comme si ce frottement n'existait pas. Si ce cylindre intérieur est considérable, par rapport au cylindre annulaire qui subit l'action des frottements des parois, le *rapport* de la vitesse moyenne de tout l'ensemble à la vitesse à la paroi, sera tout différent de celui qui aurait lieu dans un tuyau de même longueur, où le filet central serait presque le seul qui ne fût pas influencé par la résistance des parois.

On admet que de ce rapport dépend le coefficient du frottement; l'important est donc de savoir, pour une longueur donnée de tuyau, à quelle distance de la paroi le frottement cesse d'être sensible, quand il cesse d'être sensible quelque part. Au moyen des faits connus, je vais faire cette recherche pour le mouvement permanent, et je ferai voir ensuite comment on devra modifier les résultats dans les mouvements oscillatoires ou variables.

(14) La distance de la paroi à laquelle le frottement cesse de se faire sentir, est moindre dans les gros tuyaux que dans ceux d'un petit diamètre à longueur égale. En effet, dans ceux d'un petit diamètre, pour lesquels le filet central est le seul qui ne soit pas influencé par les frottements de la

paroi, plus on s'éloigne de la paroi, moins est grande la masse annulaire de chaque ensemble de filets soumis à une moindre influence de la part des parois, à raison de la distance; le frottement des parois a donc plus de prise sur la masse centrale que dans les gros tuyaux. Dans les gros tuyaux, où la limite de la distance de la paroi à laquelle le frottement cesse d'agir est petite par rapport au rayon du tuyau, les choses se rapprochent beaucoup plus de ce qui se passe dans un canal dont toutes les tranches, parallèles au fond, seraient à peu près égales. Je vais donc considérer le mode d'action du frottement du fond d'un canal assez large pour que l'on puisse négliger le frottement des côtés. Cela simplifie beaucoup la question, et l'application aux tuyaux sera facile.

(15) Je veux d'abord faire voir qu'à la limite de longueur de canal pour laquelle la lame de la surface est seule soustraite à l'action du fond (abstraction faite de la résistance de l'air et de l'équation de la surface dans le mouvement non uniforme, mais seulement permanent), le *rapport* de la vitesse au fond à la vitesse moyenne, est moindre que dans le cas où la vitesse moyenne est beaucoup plus diminuée par une diminution de rayon moyen, ou, ce qui est la même chose, par une augmentation dans la longueur du canal. Il ne faut pas perdre de vue qu'il s'agit dans cette recherche, non de la valeur de la vitesse moyenne, mais du mode de distribution des vitesses de la surface au fond.

Étant donné un courant d'une certaine profondeur, concevons qu'il hausse d'une certaine quantité, et que d'abord cette quantité ne soit pas influencée par les frottements. Par l'influence ré-

ciproque de cette nouvelle lame supérieure et du courant, il est bien évident que la vitesse moyenne est augmentée ; mais il n'est pas aussi évident que la vitesse du fond n'est pas augmentée dans le même rapport. Pour le prouver, considérons que cette lame supérieure n'agit pas immédiatement dans le centre de la masse du prisme liquide en mouvement. Son action sur les lames inférieures est d'autant moindre, qu'elles sont à une plus grande profondeur, puisque la réciproque est vraie pour l'action du frottement du fond. Il en résulte que celles des vitesses qui sont le plus augmentées par l'action de la lame supérieure, sont celles qui sont à la fois le plus éloignées du fond, et qui concourent le plus à rendre considérable la vitesse moyenne, ce qu'il fallait prouver.

(16) Le rapport de la vitesse moyenne à la vitesse maximum est un peu plus grand qu'il ne le serait sans la résistance de l'air, et nous n'avons pas à nous occuper de cette résistance sur le filet central des tuyaux. Ce rapport n'est bien connu dans aucun cas; mais à cause de la simplicité des calculs, je suppose qu'il soit $\frac{1}{\sqrt{2}}$, environ 0,71, comme l'a supposé M. Coriolis dans son mémoire sur les remous. Le rapport de la *hauteur due* à la vitesse moyenne, à la *hauteur due* à la vitesse maximum, sera $\frac{1}{2}$. Je vais chercher quelle longueur devrait avoir au moins un tuyau de conduite de 1 pouce de diamètre, pour qu'il ne fût pas absurde de supposer la *hauteur due* à la vitesse moyenne réduite à n'être que la moitié de la *hauteur due* à la vitesse centrale, en supposant même que cette vitesse centrale ne fût pas sensiblement diminuée par

les frotttements de la paroi. Je n'aurai égard qu'à celui qui est proportionnel au carré de la vitesse moyenne, dans l'hypothèse où le rapport de la vitesse à la paroi à la vitesse moyenne serait le même que dans les longs tuyaux, ainsi que le coefficient des frottements, ce qui n'est pas, n° 15; il est moindre.

(17) Il faut d'abord, même en adoptant cette hypothèse, que le tuyau soit assez long pour que le frottement absorbe sensiblement la moitié de la hauteur de pression du réservoir. On trouve, comme au n° 2, que cette longueur est au moins trente-six fois la longueur du diamètre. Mais elle est plus grande à raison de ce que j'ai dit au n° 15. En relisant ce n°, on verra que non-seulement à cette limite le rapport de la vitesse moyenne à celle du fond est plus grand que dans les longs tuyaux; mais que le rapport de la vitesse maximum à la vitesse du fond est aussi plus grand que dans ces derniers. Il en résulte que le tuyau doit avoir plus de trente-six fois la longueur du diamètre, pour que la vitesse centrale soit sensiblement influencée par le frottement des parois n° 16.

Je trouve effectivement, dans la série d'expériences d'Eytelwein, que la vitesse moyenne, dans le tuyau de 3 pieds de long et de 1 pouce de diamètre, est plus grande que $\frac{1}{\sqrt{2}}$ de la vitesse théorique. La vitesse moyenne, dans le tuyau de 4 pieds de long, n'est guère moindre que cette fraction $\frac{1}{\sqrt{2}}$. Ainsi, dans le tuyau dont la longueur est au-dessous de cette limite, le frottement des parois cesse de se faire sentir d'une manière

notable à une distance normale de $\frac{1}{2}$ pouce. Je suppose maintenant que le tuyau ait 6 pouces de diamètre, la distance normale, à laquelle le frottement de la paroi cessera de se faire sentir d'une manière notable, sera moindre que $\frac{1}{2}$ pouce, nº 14. Dubuat a remarqué que *le rayon moyen* d'un tuyau étant *la moitié du rayon* du tuyau, *le rayon moyen* d'un canal très-large est la hauteur de l'eau dans le canal. Il est facile d'en conclure que dans le tuyau de 6 pouces de diamètre, où le cylindre annulaire, influencé par la paroi, se trouve, nº 14, dans le cas d'une lame d'eau dans ce canal, le frottement, au lieu de se faire sentir à une distance normale de $\frac{1}{2}$ pouce, ne se fera sentir qu'à une distance normale de $\frac{1}{4}$ de pouce, à moins que dans les petites lames les calculs précédents ne soient dérangés par les phénomènes capillaires; on n'en voit pas moins comment les choses doivent se passer pour les plus grandes dimensions.

(18) Cela posé, un cylindre central de 5 $\frac{1}{2}$ pouces de diamètre n'est pas sensiblement influencé par la paroi, et il compose à lui seul les $\frac{5}{6}$ environ de la masse en mouvement. On voit donc que le rapport de la vitesse à la paroi à la vitesse moyenne est diminué à peu près dans le rapport de la vitesse moyenne à la vitesse maximum dans le tuyau de 1 pouce de diamètre, c'est-à-dire d'après l'hypothèse, dans le rapport de $\frac{1}{\sqrt{2}}$. Je néglige, dans cette approximation, des différences dont l'exposition ne me paraît pas indispensable ici; il ne s'agit que de donner une idée positive des phénomènes, que je développerai dans d'autres mémoires. C'est du carré de ce rapport que dépend

le coefficient du frottement dont je m'occupe, celui-ci est donc diminué de moitié.

Le rapport $\frac{1}{\sqrt{2}}$ que j'ai pris est petit, mais j'ai négligé, n° 15, une considération sur le mode de distribution des vitesses du centre à la paroi, que j'ai remarqué sans en évaluer l'influence sur le coefficient des frottements.

(19) Il est évident que ce coefficient dépend aussi, n° 1, dans les mouvements oscillatoires, du rapport du diamètre au chemin parcouru à chaque oscillation. De plus dans ces mouvements, même dans ceux qui sont seulement variables, chaque augmentation de vitesse peut être considérée comme la naissance d'une oscillation, ce qui augmente encore l'influence de ce qui précède; cependant il ne faut pas se dissimuler qu'il y aurait des considérations délicates, si l'on ne voulait pas se contenter ici d'une première approximation. Ainsi, n° 11, dans le mouvement oscillatoire, les phénomènes capillaires ont à l'origine du mouvement une grande influence, dont le mauvais effet peut se faire sentir sur toute l'oscillation quand les vitesses ne sont pas très-grandes.

(20) Il résulte de cette nouvelle discussion des expériences de Dubuat et d'Eytelwein, que le coefficient du frottement proportionnel aux carrés des vitesses est en général bien moindre qu'on ne le croyait, quand le rapport de la longueur du chemin parcouru au diamètre d'un tuyau par un mouvement permanent, oscillatoire ou variable, ne dépasse pas une certaine limite sans être excessivement petit. On voit par la nouvelle théorie que je viens d'établir, que dans une première approximation ce coefficient du frottement peut

souvent être réduit à la moitié de ce qu'on croyait, abstraction faite de l'influence des phénomènes capillaires et des phénomènes dus aux déviations de filets, dont je tiens compte séparément, et dont je parlerai au long dans un autre mémoire, en rapportant mes propres expériences.

Les phénomènes de la cohésion de l'eau à l'origine du mouvement, augmentent, n° 11, les coefficients des résistances de la paroi, en empêchant le glissement intérieur des filets; mais par la même raison ils diminuent les déviations de filets, quand il se présente un coude, une contraction ou une cause quelconque d'irrégularité. Ils diminuent donc les pertes de force vive, et cela compense jusqu'à un certain point leur mauvais effet sur la résistance des parois. En résumé, la somme des coefficients de toutes les résistances passives est en général moindre dans les mouvements oscillatoires que dans les mouvements permanents, si, de part et d'autre, les vitesses moyennes ne sont pas très-petites. Cette conséquence sera développée dans d'autres mémoires.

MÉMOIRE

Sur la substitution dans les hauts-fourneaux du bois en partie carbonisé au charbon préparé en meule dans les forêts;

Par M. SAUVAGE, Aspirant ingénieur des mines.

(Suite) (1).

HAUT-FOURNEAU DE VENDRESSE (ARDENNES.)

Le mémoire inséré dans le tome XI des Annales des mines, sous le titre précédent, fait mention des résultats obtenus dans l'usine à fer d'Haraucourt. A l'époque où ce mémoire a été rédigé, un petit nombre d'usines seulement avait adopté le nouveau procédé de calcination du bois, et le charbon roux n'avait été employé qu'en mélange avec le charbon de forêt. Depuis, un assez grand nombre de hauts-fourneaux dans le sous-arrondissement minéralogique de Mézières, ont été mis au nouveau combustible. J'énumérerai successivement les résultats obtenus dans ces divers établissements, en tant cependant qu'ils présenteront quelque chose de particulier. Je commencerai par le haut-fourneau de Vendresse.

Matières premières. — Bois.

Les bois que l'on calcine au gueulard renferment environ $\frac{2}{5}$ d'essences tendres, et sont à peu près les mêmes qu'à Haraucourt, à savoir:

Hêtre, charme, tremble et saule.

On admet que la carbonisation en forêt produit 18 p. 0/0 en poids de charbon et que la corde rend $0^{m.c.},77$.

---

(1) Voir pour la 1re partie le tome XI de ces *Annales*, page 527.

La corde de la localité a les dimensions suivantes :

77$^{po.}$; 55$^{po.}$; 30$^{po.}$ (longueur des bûches). Elle rend 2^{poinçons}, 90 de charbon (le poinçon = 0$^{m.c.}$,265). Elle représente un volume de 2$^{st.}$,52.

Charbon. Nous admettrons les données suivantes, qui représentent la moyenne de plusieurs évaluations :

Rendement en poids de charbon. . . 0, 180
id. en volume *id.* 0, 310

Le stère rend 65 à 68$^{k.}$, et il pèse de 370 à 400$^{k.}$.

Le mètre cube de charbon dur, pesé froid à l'usine, pèse.. . . . . 226 à 230^{k}

Le mètre cube de charbon tendre. . . . 180

Ce qui donne pour le poids du mètre cube en moyenne. . . . . 210$^{k.}$

Minerai. Le minerai est un hydrate de peroxide à très-petits grains, qui rend 39 p.0/0 au haut-fourneau. On n'emploie pour ainsi dire pas de castine.

Espèce du produit. L'usine de Vendresse ne fabrique que des projectiles de guerre, et l'on sait combien la matière qui les produit doit être uniforme et homogène, et avec quelle rigueur on procède à leur réception. La fonte est presque toujours grise et de nature constante.

Marche au charbon de bois.

Le haut-fourneau marchait au vent froid.

On faisait 42 à 43 charges en 24 heures.

La charge était composée de :

Charbon.	100^{k}	0$^{m.c.}$,47.
Minerai	180	
Castine	0	

La quantité de fonte produite dans un mois est comprise entre 85.000 et 90.000k.

Voici les résultats de deux mois réguliers :

Mois.	Nombre des charges.	Minerai.	Charbon.	Fonte.
Octobre 1836.	1.271	231.315 k.	124.950 k. ou 595 m.c.	90.440 k.
Novembre 1836.	1.205	215.400	120.791 ou 574m.c.,72	85.193

D'où il suit :

Produits et consommations.

1° Que le minerai rendait 40 p. 0/0.

2° Que pour 1.000k. de fonte, la consommation en charbon est de 1.400k. ou 6m.c.,66, le déchet non compris.

Les 1.400k. proviennnent de 21st.,48.

3° Que la masse des matières à fondre et à réduire par ces 1.400 = minerai, 2.565.

La pression est inconnue.

4°. Le temps employé à la production de 1.000k. est environ 8 heures.

Nature de la fonte.

La fonte était presque constamment grise. Mais quelquefois des coulées de fonte blanche forçaient d'interrompre la fabrication des projectiles.

Marche au bois en partie carbonisé.

Les approvisionnements en charbon n'ont pas permis d'abord d'employer le bois exclusivement ; mais en ce moment on n'ajoute qu'une proportion très-minime de charbon.

Epoque de la nouvelle marche.

Le haut-fourneau fut mis au mélange des deux combustibles à partir du 18 décembre 1836, et depuis cette époque jusqu'à ce jour (17 déc. 1837), aucun dérangement grave n'est survenu, la marche a été fort régulière.

Préparation du bois.

On a d'abord débité tout le bois à la hache. Depuis quelque temps une scie circulaire découpe les bûches autres que les rondins, qu'on préfère diviser à la hache. La scie de Vendresse fait 1.800 tours par 1'; elle peut couper une corde en 1 heure $\frac{1}{2}$, chaque bûche en 6 morceaux. On a calculé que le déchet provenant de la scie était d'un centième. La lame de la scie est fort mince, elle voile très-peu.

Fours.

Les fours ou vases clos, chauffés par la flamme du gueulard, sont au nombre de 14 construits de la même manière qu'à Haraucourt. (Tome XI des Annales, *Pl. X* et *XI.*)

Leur capacité. . . $=1^{m.c.},00$,

Celle des étouffoirs$=0^{m.c.},70$.

L'opération de la distillation est conduite comme il est décrit t. XI, p. 535-536.

La charge reste dans chaque four au moins 6 heures.

Poids et volume des charges.

J'ai évalué (le 15 décembre 1837) que 7 respes de bois, mis dans le four, occupaient environ $0^{m.c.},90$, et que la calcination les avait réduits à $0^{m.c.},64$.

Cette charge, en rondins sciés, pesait 299^k,

—— en bois refendu. . . . . 295^k.

A la sortie des fours, elle fut réduite à 185^k.

Donc le bois a perdu :

En volume. . . . . les 0,22

En poids. . . . . . les 0,37,

c'est-à-dire un peu plus que le tiers de son poids,

et un peu plus que le cinquième de son volume.

Plusieurs fragments sont tout au plus entièrement secs; le plus grand nombre a éprouvé un commencement de distillation, et offre à l'intérieur la teinte café claire. La surface de tous est noire et luisante.

Pendant les quinze premiers jours de la marche nouvelle le fourneau fut dérangé. Je présente donc seulement le tableau du relevé de la marche, depuis le 1er janvier jusqu'au 15 décembre 1837.

MOIS.	NOMBRE de charges.	NOMBRE DE RESPES en charbon.	NOMBRE DE RESPES en bois.	CHARBON. Volume.	CHARBON. Nomb stères prov
				m.c.	
Janvier.	1.546	4.008	6.329	320,65	1.034
Février.	1.307	2.542	7.549	207,17	668
Mars.	1.296	2.226	8.491	181,41	585
Avril.	1.208	2.715	7.280	221,27	713
Mai.	1.177	2.173	7.378	177,10	571
Juin.	1.256	1.427	8.631	116,30	375
Juillet.	1.461	1.461	10.227	119,07	384
Août.	1.382	1.382	9.974	112,63	363
Septembre.	1.432	1.432	10.024	116,71	376
Octobre.	1.461	3 451	7.539	281,26	907
Novembre.	1.411	1.459	9.793	120,91	390
Décembre, les 15 premiers jours.	720	720	5.005	58,68	189
Total. . .	15.657	24.996	98.220	2.033,16	6.558

BOIS. Nombre de stères.	MINERAI.	FONTE.	OBSERVATIONS.
632,90	225.750k.	90.080k.	Très-bonne marche ; pas de coulée blanche.
754,90	195.396	78.285	Une coulée blanche.
849,10	209.793	84.918	Pas de coulée blanche.
728,00	225.667	86.203	Deux coulées blanches.
737,80	210.560	80.990	Pas de coulée blanche.
863,10	195.903	76.255	1,2, 3 tout au bois. — Le fourneau fut légèrement dérangé. Cela tient à ce que les fours ne suffisaient pas et que le bois n'était pas assez sec. — Il y eut trois coulées blanches.
1.022,70	214.230	84.004	Une coulée blanche.
997,40	187.820	78.214	Pas de coulée blanche.
1.002,40	202.465	79.901	Deux coulées blanches.
753,90	226.225	86.993	On a marché huit jours au charbon pur pendant que l'on raccommodait l'appareil. Il y eut deux coulées blanches ; la première eut lieu au charbon.
979,30	204.595	79.823	Deux coulées blanches.
500,50	102.045	39.300	Pas de coulée blanche.
9.822,00	2.400.449	944 966	

1° En examinant le résultat du mois de janvier, on voit qu'à cette époque le bois brut et le charbon étant dans le rapport de 8 à 5 en volume, on a consommé pour 1.000ᵏ de fonte :

Charbon provenant de . . . . (non compris le déchet),	11st.,48
Charbon roux provenant de. . . .	7st.,02
En tout. . . .	18st.,50

La fabrication des 1.000ᵏ a exigé 8 heures.

2° Si l'on prend la moyenne des mois de février, mars, avril et mai, pendant lesquels le charbon de forêt et le bois ont été employés dans le rapport de 1 : 3 en volume, il en résulte que les 1.000ᵏ ont été produits par

Le charbon de forêt provenant de. .	7st.,68
Et le charbon roux provenant de. . .	9st.,29
En tout. . .	16st.,97

Le temps de la fabrication des 1.000ᵏ, est 8 heures $\frac{3}{4}$.

3° En faisant une même moyenne pour les mois de juin, juillet, août, septembre, novembre et les quinze premiers jours de décembre, pendant lequel temps le charbon de forêt n'est entré que pour $\frac{1}{7}$ du volume du bois, on trouve qu'il a fallu pour 1.000ᵏ de fonte :

Charbon provenant de	4st.,75
Charbon roux provenant de. . . .	12st.,25
En tout. . . .	17st.,00

Et on a employé 9 heures $\frac{1}{4}$ à faire les 1.000ᵏ de fonte.

De l'inspection du total, il résulte :

1° Que l'on fait en 24 heures 44 à 45 charges ;

2° Que le minerai rend environ 39 à 40 p. 0/0;

3° Que pour 1.000^{k} de fonte, la consommation a été :

En bois.	10$^{st.}$,39
En charbon.	2$^{m.c.}$,15=451^{k},50
(non compris le déchet)	
Qui proviennent de. .	6$^{st.}$,93
En tout. . . .	17$^{st.}$,32

3° Que la masse à fondre a été :

Minerai. . . 2.564^{k}.

4° Que le volume introduit dans le haut-fourneau équivaut à :

Volume de charbon roux	10$^{m.c.}$,39 (1)
» » noir	2$^{m.c.}$,15
Total. . .	12$^{m.c.}$,54

Pour le mois de janvier seulement, le volume introduit était :

Charbon roux.	7$^{m.c.}$,02
Charbon noir.	3$^{m.c.}$,56
Total.	10$^{m.c.}$,58

(1) Nous avons dit que 7 respes de bois brut occupaient un volume de 0$^{m.c.}$,90, que la calcination réduisait à 0$^{m.c.}$,70. D'un autre côté on sait que le stère de bois, en bûches découpées, donne 10 respes, lesquels doivent occuper 1$^{m.c.}$,28, c'est-à-dire que le foisonnement par le débitage du bois, est de 0$^{m.c.}$.28.

Il résulte, de la comparaison de ces divers chiffres, que le nombre de stères primitifs représente exactement le volume du bois réduit par calcination.

Le chiffre de 0$^{m.c.}$,28 paraît bien élevé ; mais je me suis assuré que 7 respes occupaient un volume de 0$^{m.c.}$90, et tous les renseignements à l'usine s'accordent à donner 25 à 26 respes pour le produit de la corde.

Pour les quatre mois suivants, ce volume se trouvait porté à :

Charbon roux.	9m.c.,29
Charbon noir.	2m.c.,38
En tout. . . .	11m.c.,67

Enfin, pour les six derniers mois de l'année, il égalait :

Charbon roux.	12m.c.,25
Charbon noir.	1m.c.,47
En tout. . . .	13m.c.,72

Nature du produit.

La fonte était grise et très-douce, homogène, et l'on s'accorde à dire qu'en aucun temps les projectiles n'ont été plus beaux, plus lisses à leur surface que depuis la nouvelle marche.

Il paraît qu'on a augmenté un peu la quantité de vent. Je ne sais pas quelle est la pression.

Comparaison des deux modes de traitement.

I.

Sous le rapport technique.

La comparaison des deux marches met en évidence plusieurs résultats importants :

1° La consommation pour 1.000k de fonte, de 21st.,48 qu'elle était (sans tenir compte du déchet dans la halle), a été réduite :

A 18st.,50 quand le charbon et le bois brut étaient dans le rapport de 5 à 8 ;

A 16st.,97 quand ce rapport fut 1 : 3 ;

Enfin à 17st.,00 quand le même rapport fut $\frac{1}{8}$.

Pour établir une comparaison plus rigoureuse, il serait nécessaire de faire entrer le déchet relatif

au charbon ; et, à la rigueur, celui qui a lieu sur le bois quand on le découpe. Ce dernier est peu considérable, on ne l'évalue qu'à $\frac{1}{100}$ (à la scie); l'autre, au contraire, est une fraction notable du total. Malheureusement il est difficile d'avoir une notion précise sur ce déchet, vu que l'on confond souvent le déchet réel ou la perte en poids due aux menus débris, aux pertes dans les transports, etc., avec celui qui n'est qu'apparent et qui ne se rapporte qu'à une diminution de volume. Dans beaucoup d'usines, on compte le déchet réel pour $\frac{1}{10}$. En admettant qu'il en soit ainsi à Vendresse, les nombres ci-dessus changeraient et deviendraient :

$23^{st.},63$	dans le cas du charbon,
$19^{st.},65$	
$17^{st.},74$	dans le cas du mélange.
$17^{st.},47$	

En calculant par analogie, et comme il est indiqué page 545 du mémoire déjà cité, la quantité de bois que consommerait le fourneau, en ne faisant point entrer de charbon en mélange, on trouve, en partant du mois de janvier, qu'il faudrait $15^{st.},10$, pour $1.000^{k.}$ de fonte; et en calculant d'après la marche des derniers mois, pendant lesquels la proportion de charbon est minime, le chiffre de la consommation s'élève à $15^{st.},72$. Ce résultat est très-important à signaler, car il prouve que l'économie se soutient à peu près proportionnellement, et que la consommation ne serait probablement pas au delà de $16^{st.},00$, si l'on n'employait que le bois sans mélange. Ce qui n'était qu'une prévision quand on a énuméré les résultats du fourneau d'Haraucourt, peut être maintenant considéré comme un fait,

et l'économie totale est d'un tiers environ sur la consommation de la marche au charbon.

Je me suis attaché à rapporter exactement les volumes introduits dans le haut-fourneau à diverses époques, parce qu'il ressort de la comparaison de ces volumes une considération importante. On remarque en effet que le fourneau se ralentit d'une manière très-sensible à mesure que la proportion du bois augmente, et par suite à mesure que le volume du combustible augmente (le bois étant toujours calciné au même degré).

Dans l'examen du fourneau de Haraucourt, qui a une grande analogie avec celui de Vendresse, pour les matières premières, j'ai indiqué que le rapport du volume introduit avant et après la nouvelle marche étant $7^{m.c.},50$: $8^{m.c.},47$, la marche du fourneau avait été accélérée, et que le gain de temps se trouvait être d'un septième.

Ici dès le principe, et quand ce rapport fut 6,66 : 10, 58, la production resta la même qu'auparavant, et à partir de là, le rapport diminuant, le fourneau se ralentit.

Je pense que ce ralentissement ne doit être attribué qu'au trop grand volume de la charge, et qu'il serait facile d'y remédier sans diminuer l'économie. En effet, j'ai fait voir qu'entre les limites de l'état A à l'état E (page 564, t. XI des Annales), l'économie se soutenait et que, bien que le bois eût perdu au dernier état une certaine quantité de matière combustible qu'il possédait encore à l'état A, la proportion du bois brut relative à la fabrication des 1.000 de fonte restait toujours constante. L'avantage d'un plus petit volume compensait donc la perte en combustible.

Or, il serait facile, en échauffant davantage les

fours, de faire perdre au bois un peu moins que la moitié de son volume, sans nuire à l'économie. Il s'ensuivrait que, dans le cas extrême, celui où la production était la plus lente, quand le charbon roux occupait 12$^{m.c.}$,25, ce volume se trouverait facilement réduit à 8$^{m.c.}$,17 environ, et le volume total introduit à 9$^{m.c.}$,50.

A la rigueur même, ce volume pourrait être celui du charbon pur qui produirait le même effet calorifique. Il est probable alors que, loin d'être diminuée, la production serait accrue, si l'on en juge par ce qui se passait à Haraucourt quand on employait le mélange indiqué page 542, t. XI. Toutefois il est constant que cette production ne serait pas plus faible qu'avec le charbon seul.

Un autre moyen de parvenir en partie au même résultat, serait probablement d'élargir la partie supérieure du gueulard, et de faire par-là que, le combustible s'étendant plutôt en largeur qu'en hauteur, son grand volume n'eut plus pour effet de faire baisser le point de fusion dans l'appareil. Le bois aurait de cette manière le temps de subir les transformations et la réduction en volume nécessaires avant d'arriver au lieu où s'opèrent les réactions. Ce qui précède paraît démontrer aussi que l'emploi du bois doit mieux convenir aux fourneaux élevés qu'à ceux de petites dimensions.

(Le fourneau de Haraucourt a 25 pieds et 5 pieds sur 6 au ventre. Celui de Vendresse a 27 pieds de haut; et au ventre 6 pieds 3 pouces de diamètre.)

L'emploi de l'air chaud serait aussi probablement très-efficace dans le cas actuel. L'effet qu'il produit d'élever la température, de brûler en l'unité de temps une plus grande quantité de com-

bustible, compenserait le désavantage signalé de la descente d'un trop grand volume, en accélérant sa diminution. Quoiqu'il soit probable que le bois ne soit pas arrivé à une très-grande profondeur dans le haut-fourneau avant d'avoir perdu considérablement de son volume, il peut se faire cependant qu'il n'ait pas encore atteint son maximum de densité au point où doivent s'opérer les principales réactions. Je me suis assuré qu'au fourneau de Haraucourt, l'étain ne fondait pas dans le haut-fourneau à 6 pieds au-dessous de la plate-forme du gueulard (1), c'est-à-dire presqu'au quart de la hauteur totale. L'influence du grand volume doit dès lors se faire sentir très-bas et M. Baudelot m'a assuré qu'il était convaincu que le point de fusion dans l'ouvrage avait considérablement baissé depuis les fortes charges en bois, ce qui rend, sans aucun doute, *les chutes de mine* plus à craindre qu'auparavant.

Les observations qui précèdent rendront peut-être compte de la difficulté qu'ont éprouvée ceux qui ont voulu employer le bois cru, dès que la quantité qu'ils essayaient dépassait une certaine proportion. On conçoit que tant que le volume total du combustible n'est pas très-considérable, par exemple 10$^{m.c.}$ pour 1.000^{k} de fonte dans des fourneaux comme ceux de Vendresse, d'Haraucourt, etc., l'allure ne soit pas sensiblement dérangée et qu'on obtienne des résultats satisfaisants. Mais les détails dans lesquels je suis entré prouvent qu'on ne peut impunément dépasser une certaine limite, car, outre que les produits diminuent, le point de fusion s'abaisse, les chutes de mine d'im-

(1) Voir la note, page 47.

minentes deviennent inévitables, le fourneau se refroidit, et il peut survenir un dérangement complet. La grande quantité de vapeur d'eau qu'on est obligé de dégager abaisse de son côté la température à la partie supérieure, et contribue à abaisser dans le fourneau le point où le combustible acquiert le maximum de densité avec lequel il doit opérer.

Ces observations s'accordent avec l'opinion émise par les propriétaires de deux hauts-fourneaux des Etats-Unis marchant au bois, et rapportée par M. Michel Chevalier, p. 158 et 161 t. IX des Annales des mines, 1836. On n'attribue le succès dans l'emploi du bois cru qu'aux grandes dimensions des fourneaux et on a observé dans tous les deux un accroissement dans la production journalière.

Les maîtres de forges, qui tenteront l'emploi du bois cru ou parfaitement sec, doivent donc s'attacher à quelques modifications dans la construction du haut-fourneau, et surtout à sa partie supérieure.

Il importera aussi, pour diminuer les inconvénients d'un trop grand dégagement de vapeur d'eau, de conduire le travail à très-petites charges (1).

Ceux qui, marchant au bois en partie calciné, se plaignent d'une diminution de produits, doivent en chercher la cause dans une calcination trop imparfaite qui ne réduit pas assez le volume. Le remède est d'autant plus facile, qu'on peut obtenir le maximum de densité sans diminuer en rien l'économie résultant de l'emploi du bois.

---

(1) C'est ce qu'on a fait dans l'usine d'Haironville (Meuse). Le bois brut a été employé pendant six semaines dans la proportion de $\frac{1}{3}$ du volume, sans aucun dérangement dans

Quelques maîtres de forge ont une idée très-fausse de l'emploi du bois en partie calciné. Ils veulent que ce combustible *porte* la même quantité de mine que le charbon. A moins de supposer le bois amené à l'état que j'ai appelé E (ce qui n'a presque jamais lieu), cette idée est absurde, et prouve une complète ignorance de la matière. Le volume de combustible sera toujours plus grand que celui du charbon, et pour calculer l'économie qu'on obtient, il faut rapporter tout au point de départ, c'est-à-dire au bois brut; il faut se garder de conclure que la production des 1.000 kilogrammes de fonte exige plus de combustible, par ce fait qu'on en introduit un plus grand volume. Toute simple que soit cette réflexion, je crois devoir la faire ici pour mettre sur la voie de l'erreur ceux qui l'ont commise ou qui seraient tentés de la commettre.

Un inconvénient qu'il est bon de signaler aussi, c'est celui de charger le haut-fourneau avec un charbon roux, qui ne provient pas à chaque fois de la même quantité de bois. Quelques personnes défournent le bois calciné, et le chargent ensuite au panier. Cette méthode est excessivement vicieuse, elle expose à introduire à chaque charge des quantités de combustible très-différentes les unes des autres, qui ne proviennent pas de la même

---

le haut-fourneau, et avec un plein succès. L'économie (rapportée au bois) a été d'un tiers, même rapport que celui qu'on trouve dans l'emploi du bois calciné. Le chargement était fait à très-petites doses, et d'une manière presque continue; seulement, au lieu de 3.000k. par jour, le fourneau n'a plus donné que 2.000.

Ces résultats sont, comme on voit, parfaitement d'accord avec tout ce qui précède.

mesure de bois brut, et par suite à déranger constamment le fourneau en faisant varier le rapport entre le minerai et le combustible nécessaire à sa réduction et à sa fusion. Il faut, autant que possible, que le combustible soit amené à un état bien uniforme dans les caisses; et que, dans tous les cas, la charge soit produite par la même quantité de bois brut.

II.

Économie absolue.

En appliquant à la localité de Vendresse la formule page 547, tom. XI, pour laquelle on a :

$a = 0{,}56.$
$bd = 1{,}00.$
$ed = 1{,}90$ au plus.
$f = 0{,}20.$
$g = 1{,}80.$
$h = 0{,}40$ (cette carbonisation exige deux carboniseurs à 50 fr. par mois, et deux monteurs à 45 fr.).
$k = 0{,}20.$
$c = 9{,}44.$
$c' = 6{,}20.$

On obtient pour l'économie absolue :

$$P \times 3{,}24 - 13{,}18.$$

(P, prix de la corde sur place.)

Pour que l'économie fût nulle, il faudrait qu'on eût P = 4fr.,00, ce qui n'a jamais eu lieu.

En 1837, P = 12fr.,00, on trouve alors une économie de 25fr.,70 par 1.000k de fonte, en admettant qu'on eût marché entièrement au bois.

EXAMEN DES POUVOIRS CALORIFIQUES DES BOIS ET CHARBONS.

Essais sur le bois brut.

1° Par une dessiccation lente à une température peu supérieure à 100°, divers échantillons perdirent de 25 à 27 p. 0/0 en poids, soit eau hygrométrique. 0,26

2° L'essai à la litharge, sur quatre

échantillons, a donné : plomb 12,70,
d'où, carbone. 0,375

3° Par calcination brusque, on obtient :
charbon. 0,140

En admettant, comme pour les bois de Haraucourt, 1,2 p. o/o de cendres, on aura pour l'analyse immédiate :

Carbone.	0,128
Cendres.	0,012
Matières volatiles combustibles	0,600
Eau hygrométrique.	0,260
	1,000

Le bois brut équivaut à, carbone . . 0,375
Et les matières volatiles à. 0,247
Le pouvoir calorifique des matières gazeuses, y compris l'eau, est 0,027

Charbon de forêt.

On peut admettre, pour le charbon de forêt, les mêmes résultats que pour celui d'Haraucourt, c'est-à-dire qu'il équivaut à, carbone 0,85.

Il renferme 0,14 de matières volatiles, dont le pouvoir calorifique est 0,43.

Charbons roux employés comme combustible dans le haut-fourneau.

Ce bois semble à peine altéré à l'intérieur. Il se scie très-facilement. Quelques échantillons présentent au centre une couleur brune.

1° La moyenne de cinq essais sur des morceaux de diverses essences pouvant représenter l'état moyen, est 16,65 de plomb, qui représentent 0,49 de carbone;

2° La moyenne des calcinations brusques, est 0,21 ;

3° La composition est donc :

Carbone.	0,192
Matières volatiles	0,790
Cendres.	0,018
	1.000

Les matières volatiles équivalent à 0,298 de carbone, et 0,49 étant le pouvoir calorifique du combustible, 0,38 est celui des matières volatiles que dégage la combustion.

Le combustible en question provient de 299^{k}, qui furent réduits à 185.

Le bois brut, amené à cet état, a donc perdu les 0,37 de son poids, et par suite le point de dessiccation a été dépassé.

Ces essais font voir que l'état du bois employé à Vendresse est à peu près désigné par A dans le mémoire déjà cité, et tout ce qu'on a dit au sujet de ce dernier s'y applique. Observons que cette calcination est peu avancée, et que cet état occupe la limite supérieure de ceux qui ont été décrits.

Quantité de combustible absolue, qui a servi à la production de 1.000^{k} de fonte dans les deux marches :

1° Au charbon de bois, on employait 1.400 de charbon, équivalant à :

Carbone. . . . . . 1.190^{k} ;

2° Au mélange, on employait 2.775^{k} de charbon roux, équivalant à :

Carbone.	1.304^{k}
Charbon noir valant carbone	383^{k}
Total. . .	1.687^{k}

C'est-à-dire que, dans la nouvelle marche, on introduit dans le haut-fourneau plus de la moitié en sus de la quantité de combustible qu'on mettait précédemment.

NOTE.

J'ai dit (page 40) que j'avais examiné quelle était la température du haut-fourneau d'Haraucourt, à quelques pieds au-dessous de la plate-forme du gueulard, et que cette température ne s'élevait pas à 228° (fusion de l'étain), à 6 pieds au-dessous de cette plate-forme.

Du reste, on savait depuis longtemps qu'on pouvait plonger, à une certaine profondeur au milieu des gaz qui s'échappent, un rouleau de papier, et le retirer après quelques minutes sans qu'il fût roussi. Il faut seulement traverser rapidement l'enveloppe gazeuse, enflammée au contact de l'air.

J'ai eu en même temps l'occasion d'évaluer la température à l'intérieur des fours à calciner le bois (1). Il était intéressant de s'assurer si cette température pouvait s'élever jusqu'à 360°, température à laquelle l'oxide de fer commence à se réduire. Car, dans ce cas, il eût été convenable d'introduire la charge en minerai avec la charge en bois dans les fours échauffés par la flamme du gueulard. Ainsi, le minerai eût été réduit par les gaz résultant de la distillation du bois, et toute la matière combustible de celui-ci aurait été à peu près complétement utilisée. De plus, le minerai réduit en partie eût exigé moins de combustible dans le haut-fourneau. La simple addition du minerai, dans les fours à dessécher, aurait donc réalisé un maximum d'économie inconnu jusqu'à ce jour, en utilisant pour ainsi dire toute la matière combustible que renferme le bois brut, et en exigeant moins de charbon dans l'appareil.

Malheureusement la température la plus élevée de l'intérieur des caisses n'atteint pas 360°. Il est vrai qu'on pourrait probablement parvenir à ce terme, mais seulement tout à la fin de la calcination, quand une grande partie des matières hydrogénées a disparu, et au moment où la charge en bois doit être retirée. En échauffant les caisses un peu plus fortement qu'à l'ordinaire, on a obtenu dans la dernière demi-heure de la calcination, et à la partie la plus chaude de la caisse, la fusion du plomb

(1) Ces expériences m'ont été indiquées par M. Berthier.

(334°). Cette température est bien inférieure au rouge. Avant cette époque la température est beaucoup moins élevée, et l'on n'obtient guère que la fusion de l'étain.

Dès que le bois est retiré et enfermé dans l'étouffoir, la température de la masse n'est pas assez élevée pour faire fondre l'étain.

Pour faire des essais, on attachait solidement le fragment de métal fusible à l'extrémité d'un fort fil de fer qu'on plaçait au lieu choisi, de manière à pouvoir le retirer à volonté.

Le minerai de fer ne peut donc être réduit. A défaut de la réduction, on pouvait essayer de priver le minerai de l'eau ou d'une partie de l'eau qu'il renferme.

Je l'essayai en faisant mettre une charge de mine dans le four avec le bois; cette charge ne fut retirée qu'après sept heures. La surface des grains était recouverte d'un enduit bitumineux. Ce minerai chaud fut immédiatement enfermé dans une fiole bien bouchée. Je m'assurai par une calcination au rouge, comparativement avec la calcination du minerai brut, que la perte était, à très-peu près, la même pour les deux. Il paraît donc impossible de priver le minerai de son eau de combinaison par la chaleur produite dans les fours.

Toutefois on doit répéter l'expérience à Haraucourt, et mettre le minerai ainsi échauffé avec le combustible dans le haut-fourneau.

Ayant été conduit à parler encore de l'usine d'Haraucourt, je dirai que depuis l'époque à laquelle mon premier mémoire a été rédigé, on a marché entièrement au bois, et que l'économie s'est soutenue dans son premier rapport ; sur l'ancienne consommation.

Cependant on a remarqué, ainsi que je l'ai annoncé pour Vendresse, une diminution sensible dans les produits journaliers à mesure que la proportion du bois a augmenté.

J'ai comparé, sous le rapport de la composition chimique, les fontes au bois et au charbon.

Elles ont donné, au bois :

Carbone	0,0345
Silicium.	0,0043
Phosphore. . . .	0,0048
Manganèse. . . .	0,0028
	0,0464

Au charbon :

Carbone	0,0347
Silicium.	0,0072
Phosphore. . . .	0,0020
Manganèse. . . .	une trace
	0,0439

L'analyse a été faite par le procédé d'oxidation à l'air. On voit que la fonte préparée au bois en partie calciné, ne diffère point de l'autre par la proportion de carbone.

La différence qu'on observe, en ce qui concerne le phosphore et le manganèse, tient au dosage des minerais qui a différé pour les deux fontes analysées.

La première (au bois) a été obtenue par le mélange de $\frac{5}{6}$ minerai, dit *mine douce;* et $\frac{1}{6}$ de minerai, dit de *fer fort.*

L'autre avec le mélange de $\frac{1}{2}$ mine douce et $\frac{1}{2}$ mine de fer fort.

J'ai trouvé dans la *mine douce* :

	Eau.	0,170
Argile	Silice.	0,157
Argile	Alumine.	0,078
	Peroxide de fer. . . .	0,536
	Oxide de manganèse. .	0,030
	Acide phosphorique. .	0,015
	Carbonate de chaux. .	une trace
		0,986

Et dans le minerai dit de *fer fort* :

	Eau.	0,145
Argile	Silice.	0,143
Argile	Alumine.	0,102
	Peroxide de fer. . . .	0,600
	Oxide de manganèse. .	traces
	Acide phosphorique. .	0,000
		0,990

La castine contient (1) :

	Acide carbonique. . .	0,250
	Chaux.	0,319
	Magnésie.	0,014
Argile	Silice..	0,173
Argile	Alumine avec traces de fer.	0,144
Argile	Eau.	0,100
		1.000

La mine douce renferme une quantité considérable d'acide phosphorique, qui répond en phosphore à plus de 2 p. 0/0 du fer contenu, et cependant la fonte ne contient que 0,005 environ de phosphore. Il est donc probable qu'une grande partie de l'acide phosphorique a passé dans les laitiers. Je ne l'ai point recherché dans l'analyse que j'ai faite de ceux-ci. Toutefois, il serait très-remarquable que cet acide y fût contenu, vu que le laitier au bois est bien loin d'être surchargé de chaux; circonstance qui paraît devoir accompagner la présence de l'acide phosphorique dans un laitier.

Le laitier de la fonte au bois est ainsi composé :

Silice.	0,488
Alumine.	0,230
Chaux.	0,195
Magnésie.	0,013
Protoxide de manganèse.	0,012
Protoxide de fer.	0,061
	0,999

Ce laitier est noir, peu homogène, scoriacé. Il est trop liquide devant la tuyère, mais il se refroidit très-promptement, et rend souvent le travail du fondeur pénible. On remédierait à ces inconvénients en augmentant la proportion de castine ; ce qui, d'un autre côté, ne pourrait avoir qu'un très-bon effet sur les minerais phosphoreux.

Les laitiers au charbon de bois avaient une composition bien préférable. Aussi étaient-ils bien coulants et homogènes. Leur teinte est le vert olive.

(1) Cette castine est très-mauvaise, elle est trop argileuse. En employant un calcaire plus pur en forte proportion, il est certain que les laitiers retiendraient moins de fer, que le minerai rendrait plus de fonte, et que la qualité de cette dernière serait améliorée.

J'y ai trouvé :

Silice	0,500
Alumine.	0,199
Chaux.	0,242
Magnésie.	0,015
Protoxide de manganèse.	0,007
Protoxide de fer.	0,034
	0,997

NOTICE

Sur les tourbes de la vallée de la Bar (Ardennes);

Par M. SAUVAGE, Aspirant-ingénieur des mines.

La vallée de la Bar présente, sur une grande étendue, un banc de tourbe dont la puissance est de $2^m,00$ à $2^m,50$. Ce banc repose sur un sol argileux.

Cette tourbe est dans un état d'altération fort avancé. Cependant on y rencontre çà et là des débris de végétaux reconnaissables. Elle est très-spongieuse; on l'extrait au louchet pour la mouler ensuite.

Séchée à l'air à la manière ordinaire, elle est très-brune et assez compacte.

Essais sur la tourbe.

Elle se dissout en grande partie dans la potasse liquide.

Elle renferme, cendres. . 0,110.

La distillation peut commencer à une température très-basse. A la chaleur très-modérée du bain de sable elle perd 35 p. 0/0.

Plusieurs échantillons furent soumis à une forte calcination en vase clos et fondus avec la litharge. On trouve pour moyenne :

Charbon (à la calcination). . .	0,33
Plomb produit avec la litharge.	13,00
D'où pouvoir calorifique. . . .	0,38

On en déduit pour l'analyse immédiate :

Charbon.	0,22
Matières volatiles combustibles.	0,67
Cendres.	0,11
	1,00

Les matières volatiles valent : carbone 0,16, et leur pouvoir calorifique est 0,25.

A poids égal, la tourbe brute a donc à peu près la même puissance calorifique que le bois brut. Elle est bien plus riche en carbone ; et, en défalquant les cendres, sa valeur calorifique est supérieure d'un dixième au moins à celle du bois.

Par des distillations lentes, j'ai obtenu les résidus successifs :

0,715 0,650 0,510

qui ont donné avec la litharge, plomb :

16,25 17,00 19,38

ce qui fait pour le pouvoir calorifique :

0,48 0,50 0,57

et pour les quantités de carbone équivalentes :

0,34 0,32 0,29.

Le point d'une parfaite dessiccation est donc dépassé depuis longtemps, quand la tourbe a perdu en poids 0,285.

Charbon de tourbe.

Ce charbon est préparé sur les lieux dans des fours en maçonnerie. Il est d'une densité moyenne et assez friable.

Il contient, cendres 0,25

A la calcination brusque il laisse :

charbon 0,68

Avec la litharge il donne :

Plomb 21

D'où pouvoir calorifique = 0,62

Sa composition est donc :

Matières volatiles combustibles. . .	0,32
Carbone.	0,43
Cendres.	0,25
	1,00

Je ne sais pas au juste quelle est la perte en poids que subit la tourbe pour arriver à l'état de charbon.

En le calculant d'après la proportion des cendres, on trouve que 1,00 de tourbe aurait donné 0,44 de charbon.

Si l'on fait abstraction des cendres, on peut écrire le tableau suivant :

	Poids de la tourbe brute soumis à l'épreuve.	Charbon retiré par la calcination brusque.	Pouvoir calorifique du combustible brut.	Quantité de carbone équivalente.
Tourbe brute.	1	0,25	0,43	0,43

Elle a donné successivement :

	Poids du résidu.	Charbon retiré par la calcination brusque	Pouvoir calorifique du résidu.	Quantité de carbone équivalente.
a.	0,67	»	0,57	0,38
b.	0,61	»	0,59	0,36
c.	0,45	»	0,72	0,31
Charbon de tourbe.	0,37	0,34	0,82	0,30

A l'état *c* la tourbe est bien moins friable que le charbon. Or, on sait que cette fragilité est un des grands inconvénients du charbon de tourbe, soit dans sa préparation, soit dans les transports, et qu'elle occasionne énormément de déchet.

Cet état *c* diffère peu, pour la quantité de carbone équivalente, du charbon obtenu par calcination en vase clos, et il est hors de doute qu'il suffirait d'amener la tourbe à cet état pour la plupart des usages. Il est même probable que pour les usages métallurgiques, pour la fusion des minerais de fer, par exemple, il y aurait économie, ainsi que cela a lieu pour le bois, à ne pas pousser la carbonisation jusqu'à sa limite.

A l'état *b* la tourbe a déjà subi une forte réduction en volume; elle est très-compacte, et peut-être suffirait-il d'atteindre ce point. On aurait de plus l'avantage d'introduire moins de cendres qu'en employant le charbon de tourbe.

Les difficultés de la carbonisation de la tourbe sont très-grandes, sans contredit.

Dans l'état actuel des choses, je regarde cette opération comme complétement inutile, et n'ayant d'autre effet que de faire faire une perte considérable en combustible. Les états *b* et *c* seraient obtenus facilement et d'une manière économique, en chauffant la tourbe en masse dans une vaste chambre au moyen de l'air échauffé avec des débris de tourbe, et d'une manière analogue à celle usitée dans l'usine de Kœnigsbrünn, et que nous avons décrite, M. Regnault et moi, *Annales des mines*, t. X, p. 289 et suiv.

Les tourbes de la vallée de la Bar paraissent d'autant plus convenables à la fusion des minerais de la localité, que les cendres calcinées renfer-

ment environ 40 p. o/o de chaux, le reste est de l'argile.

Le haut prix du charbon de terre, dans nos contrées, est un obstacle à l'extension de la fabrication du fer à l'anglaise. La tourbe ainsi préparée pourrait convenir au puddlage.

C'est un sujet de méditation et d'essai qu'on doit indiquer aux usines voisines de cette vallée tourbeuse; et il est d'autant plus utile d'insister sur ce sujet, que l'on a généralement des idées très-fausses sur la tourbe, qu'on est habitué à considérer comme un mauvais combustible et qu'on rejette avec mépris.

Observons seulement que la tourbe, réduite aux deux tiers environ de son poids, par calcination lente, constitue un combustible qui, avec sa grande masse de cendres, possède un pouvoir calorifique qui est à celui du bois brut :: 59 : 37; que, réduite environ à moitié, cette tourbe possède un pouvoir calorifique à peu près double de celui du bois si l'on défalque les cendres, et qui n'est guère inférieur que d'un septième à celui du charbon de bois ordinaire.

Toutefois, il y aurait probablement lieu de perfectionner le procédé de dessiccation employé à Kœnigsbrünn, et il faudrait chercher à rendre plus court le temps de la dessiccation. La flamme perdue du gueulard pourrait être appliquée à cette calcination d'une manière analogue à celle qu'on emploie pour la carbonisation imparfaite du bois.

ESSAI

Sur la nature et la disposition des terrains tertiaires dans la partie du département de la Gironde comprise entre la Garonne et la Dordogne, suivi de quelques indications sur les rapports de ces terrains avec le calcaire d'eau douce de l'Agenais, et les formations géologiques inférieures;

Par M. P. A. DROUOT, Ingénieur des mines.

Appelé par M. le directeur général des ponts et chaussées et des mines à dresser la carte géologique de la Gironde, dont l'importance a été appréciée par le conseil général de ce département, je visiterai successivement toutes les localités, et j'espère pouvoir en donner un jour une description complète, sans omettre les lieux dont je vais dire quelques mots. Ce travail exigeant des courses nombreuses, et devant durer plusieurs années, j'ai pensé qu'avant de le terminer il pourrait être utile de faire connaître sommairement la nature des masses minérales principales de quelques localités, afin d'offrir un terme de comparaison aux personnes qui s'occupent de recherches semblables dans d'autres départements, et afin de profiter moi-même des observations qui pourront m'être adressées.

Cette notice n'est pas une œuvre nouvelle, plusieurs mémoires ont déjà été publiés sur la géologie du département de la Gironde; je les ai lus, en partie du moins, et je dois ici témoigner ma

reconnaissance à MM. Jouannet et Billaudel, qui, en me communiquant leurs écrits, ont bien voulu y joindre des renseignements verbaux, et me faire connaître leurs belles collections. J'ai également étudié l'important mémoire publié dans les *Annales des mines*, en 1834, par M. Dufrénoy, sur les terrains tertiaires du midi de la France; mais il ne m'est pas possible d'adopter les divisions tracées par ce savant géologue.

J'ai reconnu dans la partie du département de la Gironde, que j'ai examinée, trois formations d'eau douce comprenant entre elles deux formations marines. Je conserverai à ces dernières les noms de calcaire grossier pour l'inférieure, et de mollasse coquillière pour la supérieure, en faisant remarquer, toutefois, que le calcaire grossier recouvre le calcaire d'eau douce qui se montre très-développé dans l'Agenais et aux environs de Bergerac.

Avant d'entrer en matière, je crois devoir répéter que les observations, sur lesquelles sont fondées les divisions précédentes, ne se rapportent qu'à une portion très-limitée des terrains tertiaires, considérée d'ailleurs comme isolée; si on voulait embrasser l'ensemble de ces terrains on devrait dire que la masse stratifiée se compose de deux formations seulement, l'une d'eau douce, l'autre marine, et contemporaines, au moins en partie. Avant de terminer cette notice, je citerai quelques faits à l'appui de mon opinion.

Les vallées de deuxième ordre qui sillonnent la partie du département de la Gironde, comprise entre la Garonne et la Dordogne, ont toutes leur origine sur une ligne de faîte également distante des deux fleuves. Ces vallées sont creusées

dans un massif dont la face supérieure était primitivement à peu près horizontale ; mais comme elles sont très-rapprochées les unes des autres, elles ne laissent entre elles que des sommités peu aplaties qui ne méritent pas le nom de plateaux.

Les formations géologiques qui se montrent dans cette partie du département sont toutes plus récentes que la craie, et comprises dans la dénomination générale de terrains tertiaires. Elles se divisent naturellement en deux classes d'après leur composition et leur structure, abstraction faite de leur origine.

Les plus anciennes sont stratifiées à peu près horizontalement, c'est-à-dire qu'elles sont composées de couches ou masses minérales terminées par des surfaces planes à peu près horizontales ; les autres sont des alluvions ou dépôts arénacés provenant des courants qui ont creusé les vallées, et donné à la contrée son relief actuel.

Pour se figurer l'inclinaison et la direction des terrains stratifiés, il faut supposer un plan passant par trois points pris, le premier à Sainte-Foy-la-Grande, et élevé de 40 mètres environ au-dessus du niveau de la Dordogne ; le deuxième à Caudrot, au niveau des eaux ordinaires de la Garonne, et le troisième à Saint-Louis de Montferrand, un peu au-dessous du niveau du fleuve.

Ces terrains stratifiés se composent, comme je l'ai déjà dit, de cinq formations, dont trois d'eau douce, comprenant entre elles les deux autres qui sont d'origine marine.

Formation d'eau douce inférieure.

La formation d'eau douce la plus ancienne est la seule qui prenne un développement important. Elle se subdivise en deux parties ; l'une inférieure, composée d'argiles effervescentes associées à de la

mollasse sableuse, dont la puissance est quelquefois de 40 mètres, au sud de Sainte-Foy-la-Grande, par exemple; l'autre supérieure, composée de boues calcaires dont l'épaisseur n'atteint jamais 10 mètres.

Les argiles sont verdâtres, blanches, grises et rougeâtres; elles ne renferment que peu ou point de mica, elles sont douces au toucher lorsqu'elles ont été réduites en pâte; elles sont fréquemment associées à du calcaire argileux; mais quoiqu'elles fassent toujours effervescence avec les acides, elles sont néanmoins très-souvent propres à la fabrication des briques et des tuiles; comme elles se montrent d'ailleurs dans les fonds de toutes les vallées, comprises entre la limite orientale du département de la Gironde, la Garonne et la Dordogne, et une ligne tirée de Caudrot au Carbon-Blanc, elles sont l'objet de nombreux travaux. Dans la seule vallée du Dropt elles alimentent plus de trente tuileries qui approvisionnent la contrée, et en partie la ville de Bordeaux. Néanmoins elles ne sont pas seules exploitées pour cet usage; on emploie aussi des argiles appartenant, soit à la formation du calcaire grossier, soit aux alluvions récentes de la Garonne.

La mollasse sableuse se compose de grains de quartz blanc ou grisâtre, toujours petits, et de grains d'un feldspath blanc et altéré, également très-petits. Elle renferme quelquefois des paillettes de mica, et très-souvent des galets et des veinules irrégulières d'un calcaire blanc et pulvérulent. Comme dans toutes les roches arénacées, les strates sont souvent très-obliques par rapport aux plans des couches ou masses principales.

Je n'ai jamais trouvé de fossiles dans les argiles,

et je n'ai rencontré dans la mollasse sableuse qu'un seul petit fragment d'un os indéterminable; mais la liaison de ces masses argileuses et sableuses avec le calcaire d'eau douce est si intime, qu'après les avoir vues on ne peut pas douter de leur origine ; elles sont d'ailleurs le prolongement de celles où l'on a trouvé des palæothérium, des tortues d'eau douce, etc.

Le calcaire de cette ancienne formation d'eau douce est tantôt compacte et tantôt argileux ; dans ce dernier cas il renferme quelquefois des nodules contemporains et de même nature. Sa couleur varie du blanc au brun, souvent il est associé à de l'argile verdâtre en plaques, en rognons, ou fondue dans la masse. Sur le versant de la Dordogne, et dans la partie orientale du département de la Gironde, il renferme du quartz assez abondant pour être exploité comme pierres meulières, dans le canton de Sainte-Foy-la-Grande, à Saint-André-de-Cabeauze et à la Roquille. A mesure qu'on s'éloigne de la Dordogne ou de Sainte-Foy-la-Grande, en avançant vers le sud ou vers l'ouest, on voit le quartz diminuer dans le calcaire; je n'y en ai plus trouvé sur le versant de la Garonne. Le calcaire diminue également lui-même, non-seulement parce qu'il a été déposé en moins grande quantité, mais parce qu'il a été corrodé avant que le calcaire grossier se formât. Dans plusieurs localités près de l'embouchure du Dropt, et dans le canton du Carbon-Blanc, aux environs de Cameyrac, on n'en trouve plus que des lambeaux. Les argiles se prolongent un peu au delà vers l'ouest, mais bientôt elles disparaissent sous le sol. Dans les localités où le calcaire se trouve en masses un peu importantes, il forme des

escarpements sur les flancs des vallées, et quelquefois des espèces de cirques aux points où ces vallées se terminent.

Le quartz et le calcaire, auquel il est associé, paraissent avoir été déposés par des eaux qui les tenaient en dissolution. Ils renferment des lymnées, et quelquefois des planorbes; je n'ai rencontré des hélices que vers les extrémités du calcaire, là où le quartz manque entièrement.

Dans la partie orientale du département de la Gironde, comprise entre la Garonne, la Dordogne et une ligne tirée du bourg de Gironde au village de Saint-Jean-de-Blagnac (canton de Brannes), le calcaire d'eau douce est presque la seule pierre employée à la fabrication de la chaux, qui est souvent hydraulique; néanmoins dans quelques localités on fait usage du calcaire grossier.

Le calcaire d'eau douce, lorsqu'il est compacte, quoique pénétré de petites cavités irrégulières, convient très-bien pour l'empierrement des chemins, mais il est peu recherché pour les constructions, vu la difficulté de le tailler. Lorsqu'il est tendre ou argileux il se délite à l'air.

Calcaire grossier ou formation marine inférieure.

Le calcaire grossier se montre depuis la limite orientale du département jusqu'à Saint-Louis-de-Montferrand, où il disparaît sous le sol, uniquement composé de tourbe ou d'alluvion récente des deux fleuves. Il repose ordinairement sur le calcaire même de la formation d'eau douce, mais quelquefois aussi sur les argiles de cette formation, dans les points où le calcaire avait été détruit et emporté antérieurement.

Dans la partie la plus orientale, le calcaire grossier se trouve au haut des coteaux. Il est très-

sableux, et présente évidemment une structure arénacée, ainsi très-différente de celle du calcaire d'eau douce sur lequel il repose.

Près de Sainte-Foy-la-Grande, comme à l'est de La Réole, la formation de calcaire grossier est souvent presque uniquement composée de mollasse sableuse, à grains de quartz blanc et grisâtre, toujours plus petits que des pois, avec paillettes de mica et petits fragments de feldspath altéré. On y trouve aussi des galets de calcaire quelquefois blanc et pulvérulent, mais quelquefois compacte, et renfermant des lymnées, des planorbes et des hélices, dans les parties en contact avec la formation d'eau douce inférieure, aux dépens de laquelle ces galets ont été formés.

Très-souvent il serait difficile de distinguer la mollasse sableuse marine de celle qui appartient à la formation lacustre, si l'on n'examinait que les substances minérales dont elles sont composées toutes deux; mais la première renferme de nombreux fossiles qui ne laissent aucun doute sur son origine. Comme dans tous les dépôts arénacés ces débris marins (huîtres, scutelles à deux trous, ossements de cétacés, etc.) et les galets calcaires ont leur plus grand diamètre dans le plan des strates, presque toujours oblique par rapport à celui des couches.

En certaines localités, vers l'est, la mollasse sableuse du calcaire grossier présente des amas plus ou moins durs, disposés irrégulièrement dans la masse avec laquelle ils se fondent. Ces amas doivent leur consistance à un ciment calcaire provenant de madrépores et de coquilles marines, dont les tests se sont dissous en laissant leurs moules et leurs empreintes. A mesure qu'on

avance vers l'ouest ces amas deviennent plus abondants. Au delà de Créon la mollasse sableuse a presque entièrement disparu ; la formation du calcaire grossier se compose principalement de bancs d'un calcaire plus ou moins compacte, mais généralement homogène, dont l'épaisseur atteint quelquefois 10 mètres, et qui sont associés à des lits plus ou moins friables ou argileux, mais rarement à de l'argile proprement dite.

Sur la rive droite de la Garonne, entre Langoiran et Saint-Louis-de-Montferrand, la formation du calcaire grossier constitue tous les coteaux, elle n'est recouverte que par le dépôt de galets quartzeux, sables et argiles formant la partie supérieure des terrains tertiaires. L'épaisseur du calcaire grossier excède 40 mètres dans cette localité, tandis qu'aux environs de Sainte-Foy-la-Grande elle était de quelques mètres seulement.

La formation de calcaire grossier fournit presque toutes les pierres employées pour les constructions du département de la Gironde. Dans quelques localités, entre Langoiran et La Trêne, par exemple, ces pierres sont poreuses et tendres, elles peuvent être obtenues alors au prix modique de 7 francs le mètre cube. En d'autres lieux, à Saint-Macaire, Rauzan, etc., elles sont dures, compactes, et présentent quelquefois la structure spathique qu'elles doivent à de nombreux fragments de coquilles marines agglutinés par un ciment calcaire. Leur extraction et leur taille sont alors difficiles, aussi se vendent-elles jusqu'à 40 fr. le mètre cube.

La formation du calcaire grossier fournit encore des argiles effervescentes de couleur grise et quelquefois blanche, mais toujours faciles à distinguer

de celles appartenant à la formation d'eau douce inférieure, parce qu'elles sont sableuses et micacées. Ces argiles, associées à des bancs calcaires, et renfermant des fossiles marins dans les carrières mêmes où on les exploite, se trouvent à diverses hauteurs dans le calcaire grossier. Elles sont employées à la fabrication des briques et des tuiles à Camiran et Saint-Sulpice-de-Guillerague dans la vallée du Dropt, à Cazaugetat, Blasimont, et dans un grand nombre d'autres localités plus à l'ouest. Elles sont également employées à la fabrication de la poterie commune à Camiran, Cazaugetat et Blasimont. Ces argiles, comme celles de la formation d'eau douce, résistent mal à l'action du feu; aussi, lorsque l'on cuit des briques, il faut éviter de les chauffer trop fortement, sans quoi on les fondrait, ainsi qu'il arrive quelquefois pour la chaux hydraulique.

En avançant de l'est vers l'ouest, on voit la formation d'eau douce inférieure s'amincir, s'abaisser, et enfin s'enfoncer sous le sol. La formation du calcaire grossier, au contraire, après s'être montrée seulement à la partie supérieure des coteaux où elle se termine en talus peu inclinés (4 ou 5 degrés environ), par suite de la facilité avec laquelle elle se désaggrège, tandis que les argiles, même de la formation d'eau douce inférieure, se tiennent sous des angles de 15 à 20 degrés; la formation du calcaire grossier, dis-je, prend de la consistance, forme des escarpements, et occupe toute la hauteur des coteaux, à l'exception des sommités.

Formation d'eau douce moyenne.

Le second terrain d'eau douce ne se présente pas en masses continues comme les deux formations précédentes, il n'en reste que des lambeaux,

la majeure partie a été détruite et emportée par les courants, qui ont creusé les vallées et donné au sol son relief actuel.

Les premiers lieux où on le rencontre dans la partie orientale sont : les côtes de Mirail ou Graveilleuse près La Réole, et de Launay, commune de Cazaugetat, qui toutes deux dominent les contrées environnantes. En avançant vers l'ouest on le retrouve sur les côtes de La Veyrie et Casseverd près Rauzan, à Gornac, Castelviel, Belbat, Montarouch, etc. Il est assez continu aux environs de Cadillac; mais il n'existe plus à l'ouest du méridien de Langoiran.

Cette seconde formation d'eau douce présente une grande analogie de composition avec la première. On y trouve des couches d'argiles associées à de la mollasse sableuse, et recouvertes par des bancs calcaires. Dans quelques localités, à l'ouest de Sallebœuf et de Bagnaux, par exemple, il existe au-dessous de la masse argileuse un premier dépôt de calcaire d'eau douce en contact avec la partie supérieure du calcaire grossier.

Les argiles toujours effervescentes sont verdâtres, grises, blanches ou rougeâtres. Elles renferment très-peu ou point de mica, et reposent sur la mollasse sableuse un peu micacée, à laquelle elles sont d'ailleurs associées. On y trouve de nombreux tubercules et même de petites couches d'un calcaire fibreux et blanchâtre, déposé évidemment par des eaux qui le tenaient en dissolution. Je n'y ai pas rencontré de fossiles; mais à Montagaudin on y a recueilli une mâchoire d'hyppopotame.

Ces argiles sont rarement exploitées pour la fa-

brication des briques et des tuiles. Cet abandon tient-il à ce qu'elles sont trop chargées de calcaire, ou bien à ce qu'elles se trouvent sur des hauteurs, loin des villages et des grandes voies de communication? Pour résoudre cette question, il faudrait faire quelques essais chimiques ou recueillir quelques renseignements près des exploitants. J'ajouterai seulement que si ces argiles ne donnent pas lieu à des travaux minéralurgiques, elles offrent de grands avantages à l'agriculture; le sol qu'elles constituent se fait remarquer par sa fertilité, il est très-propre à la culture du froment. On peut citer à cet égard une partie au moins des communes de Saint-Antoine de Queyrel, Soussac, Cazaugetat, Castelviel, Gornac, Rauzan pour Casseverd, Blasimont pour La Veyrie, etc. Il est à regretter que cette formation ne soit pas plus étendue.

Aux environs de La Réole, à Launay, commune de Cazaugetat, les bancs de calcaire composant la partie supérieure de la formation que j'examine ici ont plus de 4 mètres d'épaisseur; mais à mesure qu'on avance vers l'ouest, cette puissance diminue; à Sainte-Croix-du-Mont elle n'est pas d'un mètre; à la longitude de Langoiran, les bancs calcaires se terminent en forme de coin, et les argiles cessent également.

Le calcaire est quelquefois compacte; à Launay, commune de Cazaugetat, il contient même une grande quantité de quartz associé qui se fond dans la masse. Quelquefois ce calcaire est argileux, blanc, avec nodules contemporains et de même nature; quelquefois il est argileux, poreux, gris de fumée, et dans ce dernier cas il renferme

beaucoup de fossiles, lymnées, planorbes et hélices. Lorsque les bancs calcaires ont peu d'épaisseur et se trouvent immédiatement en contact avec le calcaire grossier, les fossiles d'eau douce sont mélangés de moules de coquilles marines.

Ce calcaire d'eau douce n'est exploité qu'aux environs de La Réole, pour l'entretien d'une partie de la route de La Réole à Monségur, et pour la fabrication de la chaux à Montagaudin.

On a vu précédemment que la formation d'eau douce inférieure a été ravinée avant que le calcaire grossier se déposât; il en est de même de la seconde par rapport à la formation marine ou mollasse coquillière qui la recouvre. Ainsi, par exemple, à la côte de Graveilleuse, près La Réole, et plus à l'ouest, à Sainte-Croix-du-Mont, la mollasse coquillière repose sur le calcaire constituant la partie supérieure de cette seconde formation d'eau douce, tandis qu'à Gornac et Castelviel elle repose sur les argiles qui en constituent la partie inférieure ou moyenne.

Mollasse coquillière ou formation marine supérieure.

La mollasse coquillière ne se montre que dans un petit nombre de localités; presque partout elle a été emportée par les courants qui ont creusé les vallées actuelles. Néanmoins il en reste des lambeaux assez étendus pour faire voir clairement que cette formation marine, au lieu de s'amincir comme les terrains d'eau douce en avançant vers l'ouest, augmente au contraire de puissance comme le calcaire grossier.

A la côte de Graveilleuse, près La Réole, la mollasse coquillière se compose d'argile verdâtre, effervescente, sans mica, et renfermant des huîtres bien conservées, dont les deux valves, très-fré-

quemment juxta-posées, attestent que les animaux ont vécu au lieu même où l'on trouve aujourd'hui leurs débris. Au-dessus de ces huîtres est une couche épaisse de 4 mètres environ, et formée d'un calcaire blanc jaunâtre, poreux, et contenant des moules nombreux de coquilles marines.

A Launay (commune de Cazaugetat) il reste seulement, sur la sommité formée de calcaire d'eau douce moyen, quelques fragments d'huîtres et quelque peu de calcaire marin, faibles vestiges de la formation dont il s'agit, et qui a été enlevée dans cette localité. A Sainte-Croix-du-Mont, au contraire, le second calcaire marin se présente avec une puissance de 10 mètres environ, et renferme deux couches d'un mètre d'épaisseur, uniquement composées d'huîtres caractéristiques.

Ces huîtres diffèrent de celles qu'on trouve à la partie inférieure du calcaire grossier, sinon par leur espèce, au moins par leur grosseur; les dernières acquièrent un volume plus considérable, et offrent d'ailleurs rarement leurs deux valves juxta-posées, parce qu'elles ont été roulées.

Le calcaire de la mollasse coquillière est exploité à Sainte-Croix-du-Mont, Gabarnac, Castelviel, Gornac, et accidentellement à Montpesat; mais cette pierre, peu consistante et peu compacte, n'est employée qu'à défaut de meilleurs matériaux. La formation ne se montre guère au delà des localités que je viens de citer.

Formation d'eau douce supérieure.

La troisième formation d'eau douce est encore moins étendue que la mollasse coquillière. Il n'en reste que deux lambeaux : l'un près de La Réole, au sommet de la côte de Graveilleuse, à

l'ouest du télégraphe, l'autre à Sainte-Croix-du-Mont.

Dans la première localité, le calcaire blanc ou brun, compacte ou argileux, avec moules de lymnées et de planorbes, recouvre immédiatement la mollasse coquillière sans interposition d'argile, et constitue le sol. Dans la seconde, le calcaire lacustre repose également sur la formation marine supérieure. Il est blanc, compacte, argileux, et il se délite facilement en petits bancs de quelques centimètres d'épaisseur. Il a été exploité récemment pour l'empierrement des chemins de la commune; on y trouve des lymnées, des planorbes et des petites coquilles bivalves de 4 ou 5 millimètres de longueur, dont le genre ne m'est pas connu. Sa puissance n'excède pas un mètre. Il est recouvert par le dépôt arénacé, constituant le troisième étage des terrains tertiaires, et dont je dirai plus tard quelques mots.

Localité principale pour l'étude des terrains tertiaires.

La division que je viens de faire de la partie stratifiée des terrains tertiaires compris dans la portion du département de la Gironde, que j'ai parcourue, est en opposition avec quelques-uns des écrits publiés sur ce sujet; mais je la crois incontestable. Un petit nombre d'heures suffirait aux géologues qui voudraient la vérifier.

Le calcaire d'eau douce de l'Agenais, avec ses argiles grises, blanches et rouges, associées à de la mollasse sableuse, se prolonge d'une manière continue jusqu'au bas de la petite vallée, qui se trouve entre Montagaudin et Saint-André-du-Gard, à l'est de La Réole. Le calcaire grossier se montre dans la même localité, et on peut le suivre jusqu'à Saint-Louis-de-Montferrand. Ainsi, en

partant du fond de cette petite vallée, et en montant jusqu'au sommet de la côte de Graveilleuse, à l'est de La Réole, on trouvera les cinq formations dans l'ordre que j'ai indiqué.

Le dépôt arénacé qui recouvre presque partout les terrains décrits précédemment se divise en deux parties, l'une contemporaine, l'autre postérieure au creusement des vallées. Dépôt arénacé, ou terrain tertiaire supérieur.

La première partie, celle contemporaine au creusement des vallées, est classée par les géologues dans les terrains tertiaires dont elle occupe le sommet, elle présente d'ailleurs elle-même deux subdivisions naturelles.

L'inférieure, qui se montre sur le sommet de toutes les côtes élevées, au sud-ouest d'une ligne passant par Gironde, Saint-André-du-Bois, Mourens, Soulignac, Toutigeac, Saint-Léon, Saint-Denis, Baron, Saint-Germain-du-Puch, Sainte-Eulalie et Ambarès.

La supérieure, qui presque partout recouvre l'inférieure, et s'étend également sur les autres sommités, à l'exception cependant de celles de Mirail ou Graveilleuse, près La Réole, Cazaugetat, Soussac, Saint-Antoine, La Veyrie et Casseverd, près Rauzan. Cette dernière partie est la plus étendue de toutes les formations tertiaires.

La partie inférieure du dépôt arénacé, contemporain au creusement des vallées, se compose de galets quartzeux, provenant des terrains tertiaires et même de la craie. Les galets quartzeux atteignent rarement la grosseur du poing, ils sont associés à des sables micacés, blancs, jaunâtres ou rouges, et à des argiles blanches, quelquefois ocreuses ou rougeâtres, qui ne font jamais effervescence avec les acides.

Les galets ou les grains de sable quartzeux sont fréquemment agglutinés par un ciment ferrugineux, qui constitue ainsi une sorte de grès employé pour les constructions, mais seulement dans un petit nombre de localités, et à défaut de meilleurs matériaux, à Sainte-Croix-du-Mont, par exemple.

Aux environs de Créon, principalement dans la commune de Sadirac, l'argile prend un développement important; elle est employée à la fabrication de la poterie commune pour les usages domestiques, et des formes ou cristallisoirs pour le raffinage du sucre en pains. Ce travail occupe environ 200 ouvriers. La terre pourrait servir également à la préparation des briques réfractaires, mais son extraction est trop coûteuse; on en trouve dans les Landes, près de Bordeaux, à plus bas prix et d'aussi bonne qualité pour cet objet.

La division supérieure du terrain arénacé, contemporain au creusement des vallées, se compose d'une argile sableuse, souvent micacée, jaunâtre, avec veines blanches irrégulières, et très-fréquemment mélangée de grains ferrugineux, mais jamais effervescente. L'industrie n'en tire aucun parti. Le sol qu'elle constitue est peu fertile, aussi est-il encore en partie couvert de bois et surtout de pins. Pour l'améliorer, il faut y mélanger des calcaires argileux se délitant à l'air, et qui se trouvent dans un grand nombre de localités, sur les flancs des vallées. Cette ressource n'est pas encore aussi généralement utilisée qu'elle devrait l'être; néanmoins dans quelques communes, à Castelmoron, Saint-Ferme, Pel-

legrue, Landeroy, on en tire parti depuis plusieurs années. L'usage commence à s'en répandre; mais malheureusement, quelque facile qu'il soit de distinguer une terre calcaire d'une terre siliceuse, les connaissances nécessaires manquent encore généralement aux cultivateurs.

L'argile sableuse, supérieure au gravier ancien, ne se trouve pas seulement sur les sommités, il y en a aussi sur les flancs de quelques coteaux, où les grains ferrugineux sont disposés parallèlement aux pentes. Ces dépôts sont évidemment postérieurs au creusement des vallées; mais ne seraient-ce pas des argiles remaniées? Les explorations que j'ai commencées ne sont pas assez avancées pour que je puisse émettre à cet égard une opinion motivée.

Alluvion ancienne et moderne.

Outre le dépôt de gravier contemporain au creusement des vallées actuelles, et classé dans l'étage supérieur des terrains tertiaires, on trouve dans les lits de la Garonne et de la Dordogne, dans les plaines où coulent ces fleuves, et même sur les flancs assez élevés des coteaux qui les bordent, d'autres galets dont la nature rappelle celle des terrains que les eaux parcourent en amont. Ce sont des quartz d'eau douce et ignés, des granites, des schistes micacés, etc., pour la Garonne; des quartz lacustres ou ignés, et des silex de la craie pour la Dordogne. Enfin les plaines sont souvent formées d'alluvions sableuses et limoneuses, déposées encore journellement par les eaux des fleuves; tel est, par exemple, le sol de la presqu'île depuis Saint-Louis-de-Montferrand jusqu'au Bec d'Ambèz, point de jonction de la Dordogne et de la Garonne.

Tourbe.

Entre Saint-Louis-de-Montferrand et Ambèz se trouve un marais qui renferme de la tourbe sur une étendue d'environ 6 kilomètres carrés et une épaisseur de plus d'un mètre.

M. Jouannet a également signalé un gîte de ce combustible dans la vallée de Baron, mais je n'ai pas encore visité cette localité avec assez de détails pour en parler ici.

La tourbe du marais de Montferrand a été exploitée temporairement il y a quelques années; actuellement les travaux sont arrêtés, mais ils pourraient être repris si les besoins de l'industrie l'exigeaient; et ils le seraient certainement avec avantage, si le prix des combustibles augmentait à Bordeaux. Jusqu'à présent la valeur de cette tourbe a été mal appréciée; lors des essais on n'a pas pris les précautions nécessaires pour arriver à des faits concluants; on n'a employé que des fours et fourneaux construits pour brûler de la houille ou du bois sans les approprier à la nature du nouveau combustible, qui est noir, compacte et de bonne qualité. Si l'on eût pris cette précaution, les résultats eussent été très-différents et peut-être les travaux d'exploitation seraient-ils en grande activité.

Disposition des terrains tertiaires dans le dép. de la Gironde.

Les *fig.* 1 et 2 de la *Pl. I* représentent la disposition des terains tertiaires sur la rive gauche de la Dordogne et la rive droite de la Garonne, dans le département de la Gironde. On remarquera facilement que, dans la première localité, les deux formations d'eau douce et la formation marine supérieures n'existent pas.

Terrains tertiaires dans le départem. de Lot-et-Garonne.

Lorsqu'on remonte la Garonne, en suivant les coteaux qui bordent la rive droite de ce fleuve, dans le département de Lot-et-Garonne, on voit

la formation d'eau douce inférieure s'élever et augmenter rapidement de puissance, tandis que la formation marine, dite de calcaire grossier, diminue considérablement et se trouve bientôt réduite à une couche peu épaisse de mollasse sableuse, caractérisée par des huîtres et des scutelles à deux trous. Au nord et même à l'ouest de Gontaud, il n'y a plus de calcaire marin proprement dit.

Dans la formation d'eau douce, les argiles et la mollasse sableuse augmentent encore plus rapidement que le calcaire qui s'y trouve engagé et subordonné. Ainsi, par exemple, au nord-est de Marmande, près du hameau dit France, on ne trouve qu'une couche de 3 mètres d'épaisseur d'un calcaire argileux blanc, avec nodules contemporains et de même nature, exploité pour moëllons, tandis que les argiles qui se trouvent au-dessus et au-dessous, en y comprenant celles qui constituent la rive droite du fleuve, ont plus de 20 mètres de puissance. Dans cette localité, les argiles supérieures au calcaire sont grises et jaunâtres, celles inférieures présentent des parties grises, blanches et rouges. Toutes sont associées à du calcaire disséminé dans la masse ou à l'état de tubercules fibreux et radiés. Elles ne renferment d'ailleurs que peu ou point de mica.

La mollasse sableuse présente la même composition que celle indiquée dans le département de la Gironde.

Dans un grand nombre de localités, les argiles sont exploitées pour la fabrication des tuiles et des briques, à Viraseil, Birac, Saint-Pierre, etc.

La mollasse sableuse prend quelquefois de la consistance, et fournit une pierre de taille tendre, connue dans le pays sous le nom de tuf; on l'exploite à Abondance, Birac, Gontaud, et dans un grand nombre d'autres lieux.

Au nord de Nicolle, près du confluent du Lot et de la Garonne, sur un plateau élevé d'environ 70 mètres au-dessus des eaux ordinaires de ces fleuves, on exploite pour moëllons et pierres de taille un calcaire argileux, poreux, gris de fumée, très-fétide, avec nombreux fossiles d'eau douce, lymnées, planorbes, hélices, etc., ainsi que divers ossements de quadrupèdes. Les bancs calcaires ont ensemble environ 4 mètres d'épaisseur, sans interposition d'aucun lit d'argile. En plusieurs points du plateau, ils constituent le sol même, dans les autres ils sont recouverts par un calcaire argileux blanc, quelquefois pulvérulent, associé à de l'argile verdâtre, et présentant, à sa partie inférieure, des galets de calcaire gris de fumée, dont la forme arrondie annonce qu'ils ont été roulés. Ce dépôt supérieur, dont l'épaisseur est de 3 mètres au plus, renferme des huîtres nombreuses dont les deux valves, souvent juxtà-posées ont quelquefois $0^m,15$ de longueur. (Voir *fig.* 3.)

Au-dessous du calcaire gris de fumée se trouve de la mollasse sableuse associée à du calcaire argileux blanc, épais de plusieurs mètres mais trop gélif pour être exploité. Dans ce calcaire argileux blanc on trouve également des huîtres nombreuses. Sur le versant qui regarde Clairac, j'en ai recueilli plusieurs dont les valves sont juxtà-posées.

En descendant vers Clairac, au-dessous du

calcaire argileux blanc avec huîtres, on retrouve de la mollasse sableuse recouvrant des argiles grises, blanches et rouges, très-chargées de calcaire. A Clairac même, la rive droite du Lot est formée d'argile grise et jaunâtre, associée à de la mollasse sableuse, et appartenant, comme les précédentes, à la formation d'eau douce.

En amont de Clairac, sur la rive droite du Lot, on ne trouve plus le calcaire argileux gris de fumée, signalé aux environs de Nicolle; mais les plateaux les plus élevés qui couronnent les coteaux sont formés d'un calcaire blanc, compacte, associé à du quartz, et renfermant des fossiles d'eau douce. Nulle part le quartz n'est assez abondant pour fournir des meules de moulins. La puissance de ce calcaire augmente à mesure qu'on avance de l'ouest vers l'est. Près de Monbarbat (ouest du bourg de la Parade), il est exploité sur une épaisseur de 3 mètres environ; à Monségur, près Fumel, il se montre sur 8 mètres de hauteur, et constitue un escarpement autour du plateau sur lequel le village est bâti. Ce calcaire paraît être le prolongement de celui que j'ai signalé au-dessous du calcaire gris de fumée à Nicolle, il repose d'ailleurs lui-même sur des argiles grises blanches et rouges, sans mica, associées à du calcaire argileux blanc, avec taches rouges, et de la mollasse sableuse, où le ciment calcaire est souvent très-abondant.

Près du moulin à vent de Monbarbat j'ai encore trouvé une huître dans le calcaire argileux blanc, mais en amont je n'en ai plus rencontré. La partie stratifiée des terrains tertiaires est alors composée d'une seule formation d'eau douce,

comprenant du calcaire souvent associé à des quartz, des argiles effervescentes, avec peu ou point de mica, enfin de la mollasse sableuse également effervescente. Cette formation constitue tous les coteaux, dont plusieurs s'élèvent à environ 80 mètres au-dessus des eaux ordinaires du fleuve.

Le dépôt arénacé, contemporain au creusement des vallées, n'occupe plus les sommités, comme il le fait à l'ouest de Marmande; il ne se montre plus que sur le penchant des coteaux, à une hauteur d'autant moins grande, qu'on avance davantage vers l'est. Il a aussi considérablement perdu de sa puissance. Il se compose de petits galets quartzeux, plus ou moins arrondis, et rarement agglutinés par un ciment ferrugineux, et associés à du sable argileux, micacé, jaunâtre, avec veines blanches irrégulières : on y retrouve aussi l'argile sableuse avec grains ferrugineux, telle qu'elle se montre dans le département de la Gironde, mais moins abondante.

A mesure qu'on avance vers l'est, le calcaire augmente dans toute la formation d'eau douce; à la partie supérieure, c'est la puissance des bancs qui s'accroît; à la partie inférieure, c'est le ciment calcaire qui se trouve en plus grande quantité dans la mollasse sableuse et les argiles. En aval de Villeneuve, près du moulin de Madame, sur la rive droite du Lot, on exploite de la pierre à chaux hydraulique dans la partie inférieure; à l'est du village de Treintel, sur la route de Villeneuve d'Agen à Fumel, le calcaire devient même assez abondant pour constituer des plateaux peu importants qui s'appuient sur le flanc des coteaux, en interrompant la pente jusqu'alors uniforme.

On trouve partout, dans la formation d'eau douce, des argiles grises, blanches et rouges, caractéristiques de cette formation; mais la couleur rouge augmente à mesure qu'on avance vers Fumel, et surtout à partir du village de Treintel. Alors, ce ne sont pas seulement les argiles, mais tout le terrain tertiaire, qui est imprégné d'oxide de fer, principalement à sa partie supérieure, où l'on trouve même de nombreux galets de cet oxide et de quartz ferrugineux.

Je crois devoir faire remarquer que l'oxide de fer et le quartz ferrugineux, sont à l'état de galets roulés dans la formation d'eau douce; parce qu'on en conclut nécessairement que le terrain, d'où proviennent les galets, est antérieur à cette formation.

Le terrain d'eau douce ne se prolonge guère à l'est de la Lémance. Je n'en connais qu'un seul lambeau sur la rive gauche de cette rivière, au nord et près du bourg de Fumel, où il constitue une sommité isolée, et recouvre le terrain ferrifère dont je vais dire quelques mots.

Terrain ferrifère.

Le gîte de minerai de fer des environs de Fumel, ou plutôt des bords de la Lémance, est renommé par la richesse et la qualité de ses produits; il fournit un fer très-doux, qui est vendu dans le commerce sous le nom de fer du Périgord.

Le terrain qui renferme ce gîte est composé de sable quartzeux et argileux, ordinairement rouge, plus ou moins foncé, mais quelquefois cependant parfaitement blanc. On y trouve quelques paillettes de mica, mais aucune trace de calcaire. Dans quelques localités, le sable quartzeux est

agglutiné par un ciment siliceux, et fournit alors une pierre dure, exploitée, mais rarement, pour les constructions et le pavage.

La partie supérieure de ce terrain est formée de grès et de sable stérile, tels que je viens de les décrire. Le minerai se trouve à la partie inférieure, en géodes creuses et disséminées irrégulièrement dans la masse argileuse et sableuse. Il est associé avec de la silice, de telle sorte qu'on trouve toutes les combinaisons possibles depuis le quartz pur jusqu'à l'oxide, ou plutôt l'hydroxide de fer parfaitement pur.

Dans le département de Lot-et-Garonne, ce terrain ferrifère repose sur la partie supérieure de la craie, dont il remplit les dépressions et suit toutes les sinuosités, sans cependant avoir avec elle aucune liaison. Dans d'autres localités, il repose d'ailleurs sur des formations plus anciennes; il m'a paru également sans liaison avec le terrain tertiaire d'eau douce par lequel il est recouvert. Sur la rive droite du Lot, au nord de Saint-Vite, dans le lit même du fleuve, j'ai trouvé, il est vrai, un bloc de grès siliceux dans le voisinage de ce dépôt ferrifère, mais rien ne m'a prouvé que ce bloc n'est pas adventif : j'ajouterai que le terrain ferrifère, qui ne renferme aucune trace de calcaire, si répandu dans toute la formation d'eau douce, se montre en beaucoup de lieux à un niveau que cette dernière n'atteint jamais.

Craie

La partie supérieure de la craie consiste en une couche épaisse de plus de 15 mètres, sans interposition d'aucun lit d'argile, et formée d'un calcaire blanc jaunâtre, tendre, d'une texture un

peu saccharoïde et spathique, caractérisé par des huîtres et des hippurites. Cette couche, dont la surface supérieure a été très-fortement et très-irrégulièrement corrodée par les eaux, antérieurement au dépôt ferrifère, plonge vers l'ouest d'une dixaine de degrés.

Elle commence à se montrer dans le lit du Lot au sud de Condesaigues, et constitue le bas de la petite vallée où ce village est situé. C'est sur elle qu'est bâtie l'église de Mosempron. Elle se montre aussi partout aux environs de Fumel et dans la vallée de la Lémance; elle constitue les plateaux les plus élevés à l'est et même à l'ouest de cette rivière (ceux de Cavagnac et Laurenque, par exemple). Sur ces sommités, elle n'est recouverte que par des lambeaux de terrain ferrifère.

Au-dessous de ce calcaire à hippurites se trouve un calcaire blanc ou grisâtre, argileux et sableux, avec *Exogira flabellula* caractéristique du second étage de la craie. Enfin plus bas se montre un calcaire argileux gris de fumée en bancs, dont l'épaisseur atteint quelquefois 1 mètre, alternant avec des argiles bitumineuses, et renfermant des silex, des *Griphæa columba*, etc., caractéristiques de l'étage inférieur de la craie.

Terrain oolitique.

Ces trois étages présentent la même stratification, ils recouvrent la partie supérieure de la formation oolitique, caractérisée par de nombreuses griphées virgules, et composée de bancs d'un calcaire très-compacte, dont l'épaisseur atteint rarement 1 mètre, et qui alternent avec de l'argile sableuse d'un gris de fumée. Les couches de

cette dernière formation sont fortement ondulées ; mais en les examinant sur une certaine étendue, on reconnaît facilement qu'elles plongent vers l'ouest. Elles disparaissent dans le lit du Lot, à 1 kilomètre environ, en amont du pont de Libos. Je les ai suivies sur la rive droite de cette rivière jusqu'à Duravel, et je les ai retrouvées dans le fond de la vallée de la Lémance, en amont de Cuzorn.

La partie supérieure de la craie fournit une pierre de taille très-recherchée, parce qu'elle se laisse facilement travailler, et résiste bien aux variations atmosphériques. Elle est exploitée dans un grand nombre de localités aux environs de Fumel, et les produits sont exportés au delà de Villeneuve-d'Agen.

La partie supérieure du terrain oolitique fournit une pierre de taille dure et susceptible d'un beau poli, qu'on a essayée avec succès pour la lithographie. Aucune exploitation n'est ouverte dans ce but; mais on exporte à Bordeaux quelques pierres pour manteaux de cheminées et autres usages.

Disposition générale des terrains tertiaires et autres inférieurs.

Les *fig.* 4 et 5 indiquent les rapports ou positions relatives de ces deux formations avec le terrain ferrifère et le terrain tertiaire d'eau douce.

On reconnaît que la craie et le terrain ferrifère s'élèvent à un niveau que la formation tertiaire d'eau douce n'atteint pas. Ce fait, général sur les deux rives du Lot et joint à la très-faible inclinaison des terrains tertiaires vers le sud-ouest, indique que la formation d'eau douce est encore aujourd'hui dans la situation où elle a été déposée,

et qu'elle est d'origine postérieure, non-seulement aux terrains oolitiques et crayeux, mais encore au dépôt ferrifère dont elle renferme des débris, jusqu'auprès du Carbon-Blanc. C'est en effet aux particules ferrugineuses entraînées par les courants venus de l'intérieur des terres que les calcaires et les argiles d'eau douce doivent leur coloration en rouge.

Les faits que j'ai signalés dans cette notice montrent clairement que les formations marines de la partie du département de la Gironde, comprise entre la Dordogne et la Garonne, viennent se terminer en coin dans la formation lacustre de l'Agenais, qui constitue à elle seule le terrain tertiaire dans cette dernière localité. Ne pourrait-on pas en conclure que ces formations, de natures différentes, sont contemporaines, c'est-à-dire qu'il se déposait un terrain marin aux lieux qu'occupent aujourd'hui la Gironde et les Landes de Gascogne, tandis qu'il se déposait un terrain lacustre à l'ouest de Fumel? Le rivage de la mer ou la limite de l'eau douce et de l'eau salée aurait seul varié pendant la durée de ce dépôt.

Cette hypothèse est appuyée par la ressemblance des fossiles de la mollasse coquillière avec ceux du calcaire grossier et aussi par la presque identité des diverses formations d'eau douce dans le département de la Gironde. Elle n'est nullement en contradiction avec les faits que j'ai observés sur la rive gauche de la Garonne et la rive droite de la Dordogne. Si on l'admettait, il faudrait en conclure que, antérieurement au creusement des vallées par les courants qui ont déposé la partie supérieure et arénacée des terrains tertiaires, la masse

stratifiée de ces terrains se composait de deux formations, l'une marine et l'autre d'eau douce, placées bout à bout, comme l'indique la *fig.* 6; seulement les alternats seraient plus multipliés aux limites des deux formations que dans les lieux intermédiaires.

MÉMOIRE

Sur l'usine à fer de Banca ou de Baïgorry, et sur les mines d'où elle tire ses minerais;

Par M. LEFEBVRE, Ingénieur en chef des mines.

L'usine de Baïgorry est située sur la Baynuza, à une heure et demie de chemin au sud de Saint-Étienne-de-Baïgorry, arrondissement de Mauléon, département des Basses-Pyrénées. Les minerais de fer qu'on y traite sont de trois sortes : 1° du minerai de fer spathique, qu'on exploite dans la montagne d'Ustéléguy ; 2° du minerai de fer oxidulé terreux, qu'on extrait dans les communes d'Anhaux, d'Occos, etc. ; 3° du minerai de fer hydroxidé compacte qu'on exploite à Mispira, quartier de la forêt d'Haïra, située à peu de distance au sud de l'usine.

1° Minerai d'Ustéléguy.

La montagne qui donne son nom à la mine d'Ustéléguy est située à une heure et demie de marche au N.-NO. de Saint-Étienne-de-Baïgorry. Cette montagne est composée en totalité de grès bigarré, dont les couches, dirigées vers l'O.-NO. et inclinées de 34° S.-SO. vers le centre de cette montagne, se relèvent à l'approche de quelques monticules d'ophite, contre lesquels elles s'appuient. Dans une de ces couches, on observe un grand nombre de débris de végétaux passés à l'état de grès, et recouverts d'un léger enduit noir de houille. Ces végétaux, qui se présentent

sous une forme aplatie et avec toutes sortes de dimensions, sont couchés dans le sens de la stratification des bancs de grès bigarré. Mais ce qu'il y a de plus remarquable dans cette montagne, c'est la grande quantité de filons de fer spathique qu'elle renferme.

Le principal, et en même temps le seul filon actuellement exploité, a été l'objet de plusieurs anciens travaux faits sur son affleurement par les propriétaires ou fermiers de l'ancienne forge d'Echaux, dont on voit encore les ruines à peu de distance de Saint-Etienne de Baïgorry. Ce filon, dont l'affleurement est connu sur une très-grande étendue, a une puissance moyenne de 4^{m},50. Il est dirigé vers le N.-NE., et incliné de 85°, ou environ, vers l'E.-SE. Ses parois se font assez généralement remarquer par une croûte plus ou moins épaisse de mine brune (fer hydroxidé), tantôt fibreuse et tantôt compacte, empâtée d'une certaine quantité d'argile brune. Quelquefois cette croûte manque, et est remplacée par de l'argile très-fine, dans laquelle on remarque des débris de toutes sortes de grosseurs de la substance qui a rempli le filon, et de la roche de grès dans laquelle celui-ci s'est ouvert; ce qui donne lieu de penser, ou que le filon s'est de nouveau ouvert après avoir été rempli de fer spathique, ou que cette substance métallique, en cristallisant, a pris du retrait dont la place a été occupée par de l'argile et par les débris dont il vient d'être fait mention. D'autres fois on n'aperçoit ni mine brune, ni argile, ni ligne de séparation entre le filon et la roche du toit et du mur. Dans ce cas, celui-ci contient assez généralement, et seulement dans le voisinage du filon, du fer spathique en quantité

quelquefois considérable. Une autre particularité des filons de cette montagne, c'est qu'ils renferment, sur presque tous leurs points, des fragments rougeâtres, à cassure esquilleuse, d'une roche qu'on serait porté à regarder comme un quartz, si la roche qui constitue la montagne ne faisait pas présumer que ces fragments sont du grès bigarré à grain très-fin. En les examinant avec soin, on y aperçoit quelquefois des cristaux de cuivre pyriteux, presque toujours indiscernables sans le secours d'une loupe. Sur quelques points, ces fragments deviennent si grands et si abondants, qu'on est obligé de renoncer à l'exploitation de la partie du filon où on les rencontre.

Les travaux actuels ont été commencés dans les premiers mois de 1828, et faits à mi-hauteur de la montagne. Ils consistent dans :

1° Un puits vertical de reconnaissance percé sur l'affleurement du filon. Sa profondeur est de 15^{m},39.

2° Une galerie d'extraction percée à travers les bancs de grès bigarré, et au niveau du fond du puits. Sa longueur, depuis son orifice au jour jusqu'au mur du filon, est de 31^{m}.

3° Une galerie, de niveau avec la précédente, et ayant une largeur égale à la puissance du filon, et une hauteur de 5 mètres, ou environ.

C'est de l'avancement de cette galerie que sort tout le minerai qui s'extrait actuellement à Ustéléguy.

4° Enfin, une galerie percée à travers les bancs de grès bigarré, destinée à servir de galerie d'extraction et d'écoulement. Elle est située à un niveau, inférieur à celui de la précédente de 31^{m},37.

La longueur du percement effectué est de 199^{m},70. Il reste encore quelques mètres à percer pour atteindre le mur du filon.

Les travaux de cette mine occupent ordinairement :

10 mineurs divisés en trois postes de 8 heures l'un, pendant chacun desquels un mineur perce trois trous, qu'il est obligé de charger avant de quitter son poste ;

4 rouleurs de minerai, qui suffisent pour transporter hors de la mine les 58 quintaux métriques qui sont arrachés par les dix mineurs dans vingt-quatre heures ;

2 trieurs de minerai, chargés de séparer le minerai des fragments de grès qui y sont empâtés ;

1 surveillant payé 1 fr. 50 c. par jour ;

1 maréchal chargé de la réparation des outils, à raison de 20 centimes par journée de mineur.

Les éléments du prix de revient de 1 quintal métrique de minerai sont les suivants :

	fr. c.	fr. c.
0,173 journée de mineur, à 1 f. 25 c. l'une.	0,216	
0,0692 *id.* de rouleur, à 1 f. l'une. .	0,069	0,320
0,0346 *id.* de trieur, à 1 f. l'une. . .	0,035	
0,0346 kilog. de poudre, à 2 f. 70 c. l'un. .	0,093	
0,0173 *id.* de chandelles, à 1 f. 50 c. l'un.	0,026	0,154
Entretien des outils.	0,035	
Surveillance		0,026
Prix payé par q. m. de minerai à l'entrepreneur,		0,500
à condition qu'on lui payera le transport à l'usine.		1,200
Prix de revient de 1 q. m. de minerai rendu à l'usine		1,700
Concassage à raison de 2 f. 16 c. le mètre cube pesant 1790 kil.		0,121
Total		1,821

Les ouvriers chargés du concassage peuvent à peine rendre un demi-mètre cube de minerai concassé par jour ou par douze heures de plein travail.

Ce minerai est à lames moyennes. Sa couleur est le blond très-clair, qui passe au brun quelquefois très-foncé, après quelques mois d'exposition à l'air. Son rendement en fonte à l'essai est de 44 à 45 pour 100. Traité seul au haut-fourneau avec de la castine (pierre à chaux), il donne des laitiers si compactes, et se refroidissant si vite, que plusieurs fois le haut-fourneau en a été engorgé au point qu'il a fallu mettre hors.

2° Minerai d'Occos, d'Anhaux, etc.

Le minerai qu'on tire de ces communes, voisines de celle de Saint-Etienne de Baïgorry, est du fer oligiste micacé argileux, gris bleuâtre, formant des nids irréguliers plus ou moins étendus, dans la zone des argiles bariolées, principalement en rouge, du terrain crétacé à sources salées et à dépôts de sel gemme du sud-ouest de la France. La richesse de ce minerai est très-variable, et dépend de la quantité d'argile avec laquelle se trouvent en quelque sorte pétries les paillettes de fer oligiste. Il est très-fusible, et la fonte qui en provient donne un fer gris bleuâtre à longs nerfs et peu résistant à la traction.

	fr.
Il est exploité à ciel ouvert et vendu sur place.	0,25 le q. m.
Le vendeur opère lui-même le transport jusqu'à l'usine, savoir : d'Anhaux à 1 f. 20 et d'Occos à	1,00
Total (on ne tire plus de minerai d'Anhaux).	1,25 le q. m.

3° Minerai de Mispira.

Le minerai de Mispira, quartier de la forêt d'Haïra, est un fer hydroxidé, soit compacte, soit hématite brune fibreuse, formant une couche de $1^{m},30$ de puissance, qu'on rencontre dans des schistes de transition dont la direction des couches est NO., et l'inclinaison de 20° NE. Cette couche de minerai est exploitée à ciel ouvert et vers son affleurement seulement.

	fr.
L'extracteur vend le minerai sur place. . .	0,40 le q. m.
Il en opère le transport à l'usine à raison de	0,80
Total.	1,20
On paye pour le concassage.	0,12
Prix de revient	1,32 le q. m.

Le transport des minerais concassés depuis la place d'entrepôt jusqu'au gueulard du haut-fourneau est donné à prix fait, à raison de 100 francs par mois de travail de ce fourneau. Cependant le prix très-élevé des fourrages, en 1836, a fait augmenter cet abonnement de 20 pour 100, à compter du mois de septembre de cette même année; ce qui, terme moyen, l'a porté à 110 fr. par mois, ou à $0^{f},034$ par quintal métrique de minerais consommés.

Le fondant qu'on mélange avec ces minerais est du calcaire de transition un peu quartzeux qu'on tire des environs de l'usine.

Un mulet fait ordinairement dix voyages par jour, en portant à chaque fois $1^{q.m.},25$ de pierre calcaire.

Pour 1 quintal métrique de castine on fait les frais suivants :

	fr.
Droit de propriété	0,02
Extraction	0,06
Transport jusqu'au gueulard du haut-fourneau	0,14
Concassage de 0,07 mèt. cube ou 1 q. m.	0,10
Total	0,32

Le charbon consommé dans l'usine provient de la carbonisation en grandes meules de bois de hêtre de haute futaie, crû sur un sol schisteux et quartzeux. En 1836, la presque totalité de ce combustible a été tirée des forêts espagnoles du Bastan, d'Erro et d'Euguy. Au moment où il a été livré à la consommation des feux, il revenait, terme moyen, à 5 fr. 13 c. le quintal métrique (voyez *Annales des mines*, 3ᵉ livr., 1837).

Le haut-fourneau est à deux tuyères. Sa cheminée et ses étalages ont la forme de deux cônes tronqués, à bases circulaires opposées l'une à l'autre.

Les dimensions intérieures de ce fourneau sont :

	mèt.
Hauteur de la cheminée	5,845
Idem des étalages	1,786
Idem de l'ouvrage	1,786
Idem des tuyères au-dessus de la sole du fourneau	0,435
Hauteur totale du fourneau	9,852
Diamètre du gueulard	0,596
Grand diamètre des étalages (au ventre)	2,600
Petit diamètre *idem* (à la partie supérieure de l'ouvrage)	0,975
L'ouvrage se termine à la hauteur des tuyères par un rectangle, dont les côtés ont, savoir :	
Celui mesuré d'une costière à l'autre	0,487
Idem de la rustine à la tympe	0,758
Distance d'une des deux tuyères à la rustine	0,325
Idem de l'autre tuyère à la rustine	0,257

Epaisseur de la tympe, y compris le fer de tympe.	0,379
Distance de la tympe à la dame.	0,325
Hauteur de la dame.	0,422
Inclinaison de la sole sur toute la longueur du creuset.	0,040

Ce fourneau est bâti, tant intérieurement qu'extérieurement, avec des pierres de grès bigarré, qui résistent parfaitement à l'action du feu. Il est soufflé par une machine à pistons carrés, mue par une roue hydraulique.

En 1836, et le 25 janvier, à 10 heures et demie du matin, il a été mis en feu. Le 28, à 6 heures du soir, on a donné le vent; et le jour suivant, à 11 heures du soir, on a fait la première coulée. Le 7 mai, le charbon ayant manqué, on a arrêté les pistons et bouché le fourneau. Le 9 septembre, on l'a débouché et on lui a rendu le vent. A partir de ce jour, il n'a plus cessé de marcher, jusqu'au 11 décembre, où le manque de charbon a obligé à mettre hors feu. Ainsi le fourneau est resté en feu 10,70 mois de 30 jours l'un. Dans ces 10,70 mois, il y a eu 4,17 mois pendant lesquels il n'a rien produit et n'a consommé que quelques corbeilles de charbon, et 6,53 mois pendant chacun desquels la consommation et la production ont été celles ci-après :

			q. m.
Charbon 1293,36 charges de 4 sacs l'une, ou 776^{stères},016, ou.			1552,03
Castine.			274,60
Minerais	d'Ustéléguy. . .	2458,05	
	de Mispira . . .	397,70	3251,08
	d'Occos.	395,33	
Fonte obtenue.			1391,14

D'après cela, le mélange de minerais a rendu 42,79 pour 100, et, par 24 heures, 46$^{\text{q.m.}}$,37 de

fonte. Cette fonte était plutôt truitée que grise. Dans la composition de son prix de revient, les trois éléments, reconstruction du creuset, matières premières et main-d'œuvre, entraient comme il suit :

Par quint. mét.

1° Reconstruction du creuset.

			fr. c.
9 pierres de grès qui ont coûté	516 fr., soit	0,06	0,08
76 journées de maçon,	152 fr., soit	0,02	

2° Matières premières.

	kil.		
233^{kil},69 de minerais, dont	176,69 d'Ustéléguy	à 1^{f},724 le q. m.	4,03
	28,58 de Mispira		
	28,42 d'Occos		
19,74 de castine, à 0^{f},32 le q. m.			0,06
111,57 de charbon, à 5^{f},13 le q. m.			5,72

3° Main-d'œuvre.

Un maître fondeur payé 1.500 fr. par an, soit pour chacun des 9223,29 q. m. de fonte produite en 1836.	0,16	0,36
Nota. Cet ouvrier perçoit en sus 3 fr. par 1.000 kilog. de fonte qu'il moule en grosses pièces, comme marteaux, enclumes, etc.		
Un aide-fondeur payé 800 f. par an, soit. .	0,09	
Deux chargeurs, deux sorteurs de laitiers, deux rouleurs de charbon et un remplisseur de corbeilles, payés chacun 36 fr. par mois de travail du fourneau, soit. .	0,11	
Nota. L'entretien des outils du fourneau est payé 5 fr. par mois.		»
Total.		10,25

Dans l'usine de Baïgorry, il y a cinq feux ordinaires d'affineries soufflés par une machine à

pistons mus par une roue hydraulique, plus trois gros marteaux mis en jeu par trois roues hydrauliques. Tous ces feux ne sont pas constamment en activité, et ne produisent pas la même qualité de fer. Celui qui passe pour rendre le meilleur fer a les dimensions ci-après :

	mèt.
Longueur du feu, de la haire au chiot.	0,704
Largeur *idem*, de la varme au contre-vent. .	0,514
Hauteur de la haire	0,325
Idem du chiot, y compris l'épaisseur de la taque de devant.	0,291
Idem de la varme en avant du feu.	0,210
Idem *idem* en arrière du feu.	0,129
Inclinaison du fond vers le devant du feu. . . .	0,020
Hauteur du contre-vent	0,596
Inclinaison de la haire en dehors du feu.	0,020
Idem de la varme en dedans du feu. . . .	0,020
Idem de la tuyère Elle est telle que le vent d'une des buses vient frapper le contre-vent, du côté de la haire, à une distance du fond de. .	0,108
et que le vent de l'autre buse vient le frapper, du côté du chiot, à une distance de ce fond de. .	0,162
La distance entre ces deux points, qu'on désigne sous le nom de croisement du vent, est de. . .	0,244
L'avancement de la tuyère dans le feu est de . . .	0,074
L'œil de la tuyère a, savoir : hauteur.	0,029
L'œil de la tuyère a, savoir : largeur	0,034
La distance de la tuyère à la haire est de.	0,260
Le diamètre de l'orifice des buses est de.	0,034
Nota. Cet orifice est dans le plan de la face intérieure de la varme prolongée, ou en arrière de l'œil de la tuyère de.	0,074
Les buses plongent de	0,016

Dans ce feu, monté pour traiter de la fonte truitée, et desservi par quatre forgerons qui alternent de deux en deux toutes les douze heures, on a consommé, terme moyen, par mois (25 jours de travail), 314,33 qx. m. de charbon, et

203,83 qx. m. de fonte, qui ont rendu 138 qx. m. de fer en grosses barres. Ainsi, pour alimenter les cinq feux de grosse forge, il aurait fallu 12.230 qx. m. de fonte, ou le produit du travail de 8 mois et 24 jours du haut-fourneau.

En 1836, quatre feux seulement étaient pourvus de leurs forgerons, et il n'a été fabriqué que 5.800 qx. m. de fer, production qui répond à $10\frac{1}{2}$ mois de travail de chacun des quatre feux. Ainsi, chacun a chômé, terme moyen, $1\frac{1}{2}$ mois; ce qui est peu de chose pour l'usine de Baïgorry, où le manque de combustible occasionne ordinairement plusieurs mois de chômage, durant lesquels il faut néanmoins payer les ouvriers et les intérêts des capitaux de construction, etc. Aussi le prix de revient du fer y est-il ordinairement plus élevé que nous n'allons le trouver.

En 1836, un quintal métrique de fer en grosses barres a occasionné les frais ci-après :

	fr. c.	fr. c.
147^{k},70 de fonte, à 10 fr. 25 c. le q. m. .	15,16	26,81
227 ,05 de charbon, à 5 fr. 13 c. le q. m.	11,65	
Bonifications : Montage du feu	0,15	0,19
Bonifications : Droit de martelage, 6 fr. par mois et par feu. . .	0,04	
Main-d'œuvre des 4 forgerons.	2,40	2,73
Nota. Ils livrent 104 pour 100 pour tenir lieu du prix du bois de chauffage qu'on leur livre.		
Idem des 6 gars employés au service des 4 feux et des 3 marteaux.	0,33	
Nota. Ces ouvriers sont payés chacun à raison de 30 fr. par mois.		
A reporter. . .		29,73

	fr. c.	fr. c.
Report. . . .		29,73
Un porteur et un remplisseur de corbeilles de charbon, payés l'un 36 fr. par mois, et un cribleur de menu charbon, payé 25 fr. par mois.	0,18	0,57
Quatre manœuvres payés ensemble 100 fr. par mois, occupés à sortir, peser et empiler la fonte, à la rapprocher des feux, à peser le fer, etc.	0,18	
600 journées de chômage des 16 forgerons, à 2 fr. l'une.	0,21	
Total.		30,30
Frais fixes, quelle que soit la quantité de fer fabriquée:		
Un charpentier payé 720 fr. par an. . . .	0,124	0,23
Un aide, *idem* 600 fr.	0,103	
Un maréchal. C'est le fendeur, payé 1.800 f. par an, dont moitié des gages est affectée à la fenderie.	0,155	0,13
Un aide, *id.* payé 432 fr. par an.	0,075	
Un garde de nuit, payé 360 fr. par an. .	0,062	1,28
Deux commis aux réceptions du charbon et des minerais, payés : l'un 696 fr., et l'autre 480 fr. par an.	0,203	
Un commis aux écritures, payé 900 fr. *id.*	0,155	
Un caissier payé 2.000 fr., *id.*	0,345	
Un directeur payé 3.000 fr. *id.*	0,517	
Total		31,94
Contributions sur les mines et sur l'usine, 2.400 fr.		0,41
Intérêts à 5 p. 0/0 de la somme de 180.000 fr., à laquelle revenait l'usine, achat et réparations comprises, à la fin de 1836	1,552	2,51
Intérêts à 6 p. 0/0 l'an de la somme de 31 fr. 94 c. pendant 6 mois.	0,958	
Total.		34,86
A ces frais il faut ajouter ceux de chauffage, d'éclairage, de graissage, d'écurie, de fournitures diverses pour réparations, de journées employées à ces réparations, etc., qui peuvent s'élever à 6.000 fr. par an.		1,03
Prix de revient de 1 q. m. de fer en grosses barres.		35,89

Ce prix est ordinairement plus élevé, par suite des chômages, dont la durée va souvent à quatre ou cinq mois et même plus.

Le fer, qui doit être livré à la fenderie, est ordinairement en barres plates, dont les dimensions variables sont communément : longueur, 1^{m},30; largeur, 0^{m},08; épaisseur, 0^{m},016.

Le 30 janvier 1837, à trois heures du matin, on a commencé à chauffer le four de fenderie; et, à dix heures on y a mis du fer qui, à midi, a été trouvé assez chaud pour être laminé et fendu. Le 19 février, à cinq heures du matin, le travail de la fenderie a cessé. En retranchant les journées des 7 et 8 février, qui correspondent au mardi gras et au mercredi des cendres, pendant lesquelles il y a eu chômage, on trouve que la durée du travail a été de dix-huit jours.

Pendant ce temps on a consommé :

Fer en barres (le produit de 9 mois de travail d'un feu d'affinerie).	1.242$^{q.m.}$,47
Houille d'Anzin, 314 hect. ras, ou.	251, 20
Charbon de bois de hêtre pour chauffer les liens 10$^{st.}$,125, ou.	20, 25

On a obtenu :

Costières ou fer en verge de grosseur très-inégale, mais qu'on vend quelquefois aux cloutiers des environs.	24$^{q.m.}$,25	52$^{q.m.}$,15
Riblons ou rubans de fer qu'on jette avec les costières non vendues dans les feux ordinaires d'affineries.	27, 90	
Fer marchand en verge carrée ou plate.	1.129, 20	
Déchet.	61, 12	

D'après cela une consommation de :

110$^{kil.}$,031 de fer en barres,

$22^{kil.},240$ ou $0^{hect.\ ras},278$ de houille d'Anzin, à $7^{fr.},22$ le quint. métr., ou $5^{fr.},78$ l'hect. ras,

$1^{kil.},793$ ou $0^{hect.\ ras},089$ de charbon de bois de hêtre, à $5^{fr.},13$ le quint. métr.

Aurait donné, terme moyen :

	kil.	kil.	kil.
Costières.	2,148	4,619	110,031
Riblons ou rubans. . . .	2,471		
Verge carrée ou plate. . .	100,000	105,412	
Déchet.	5,412		

En 1833 on a chauffé au four de fenderie $695^{q.m.},15$ de gros fer en barres carrées de 40 millim. de côté. Par le laminage entre les cylindres, on a obtenu $679^{q.m.},56$ de fer en barres plates, dites de carrossage. Ainsi, de 102,294, on a obtenu 100; et de 105,412, on a retiré 103,048. Ce résultat indique que le déchet 5,412 paraît se composer de deux parties, dont l'une, 3,048, proviendrait du laminage; et l'autre, 2,364, du passage du fer dans les taillants.

Au déchet 5,412 il faut ajouter 0,42, pour tenir compte du déchet que les 4,619 de costières et de riblons supportent dans les feux ordinaires d'affineries et sous le marteau, pour être convertis en fer en barres; car, dans ce travail, il faut 110, ou environ pour retirer 100. Ainsi 100 de fer en verges occasionnent, pour les obtenir, une perte réelle en fer de $5,412+0,42=5,832$.

On charge le four de fenderie dix fois ou environ dans 24 heures. Le temps employé au repos, et à charger, chauffer, laminer et fendre les $690^{k.}$ ou environ de fer qu'on met dans le four, est de $2^{h}\ 24'$, partagées comme ci-après :

Temps employé	à charger le four. . .	0h.17′	2h.24′
—	à chauffer *id*.	1 35′	
—	à laminer et fendre. .	0 27′	
—	à se reposer.	0 5′	

Dans 24 heures on consomme :

La moitié du produit mensuel en fer d'un feu ordinaire d'affinerie, ou.	69 qm.,03	
Houille de Mons, 17hect. ras,44, ou.	13,	95
Charbon de bois de hêtre pour chauffer les liens 5hect. ras,625.	1,	125

On obtient :

Fer en verge carrée ou plate.	62,	733
Costières.	1,	347
Riblons.	1,	550

Le travail de la fenderie exige, par 24 heures, seize ouvriers divisés en deux brigades, qui se relèvent toutes les 12 heures. Indépendamment de ces ouvriers, il y en a d'autres occupés, pendant le jour seulement, à rapprocher le combustible, à transporter, à couper et à peser le fer qui doit être fendu, à porter la verge à l'atelier de dressage et de bottelage, enfin à peser et botteler la verge par paquets de 25 kilogrammes l'un.

Ouvriers et frais auxquels ils donnent lieu :

Par 24 heures ou pour une fabrication de 62 qx.m.,733.		par 21′ 22″,62 ou par q.m.		
	f. c.	journ.		f. c.
2 chauffeurs à 1 fr. 50 c. l'un. .	3,00	0,032	à $1^{f},50$	0,048
4 chargeurs et déchargeurs de four, qui doivent présenter le fer aux cylindres.	6,00	0,064	*id.*	0,096
1 fendeur, payé 1.800 fr. par an, dont ½ du traitement est affecté à la forge à maréchal dont il est chargé. Soit, pour chacun des 25,23 jours de travail de 24 heures chacun, qui ont été employés à fabriquer les 1.583 quintaux métriques de fer en verge obtenus en 1836	35,67	0,016		0,569
1 aide-fendeur.	1,50	0,016	à $1^{f},50$	0,024
2 pinceurs, ou ouvriers occupés à saisir avec des tenailles la verge à mesure qu'elle sort des taillants.	3,00	0,032	*id.*	0,048
6 tireurs, ou ouvriers occupés à tirer la verge, à la soutenir et à la porter en un lieu de l'atelier où la chaleur qu'elle dégage n'incommode pas les ouvriers	9,00	0,096	*id.*	0,144
16 ouvriers par 24 h. coûtant.	58,17	0,256	à $3^{f},629$	0,929
1 ouvrier pour transporter la houille du magasin au four de fenderie. . . . 1 f.		0,016	à 1 f.	0,016
4 ouvriers occupés à transporter, à couper et à peser le gros fer 4	7,00	0,064	*id.*	0,064
2 ouvriers occupés à porter la verge à l'atelier de dressage et de bottelage. 2		0,032	*id.*	0,032
23 ouvriers par 24 h., coûtant. .	65,17	0,368	à $2^{f},829$	1,041

Dans le détail de ces frais, on remarquera que la dépense qui concerne le fendeur est la seule qui varie ; elle dépend uniquement de la quantité de fer fendu qu'on fabrique chaque année.

Un ouvrier, dans sa journée de 12 heures de plein travail, peut, en s'occupant sur de la verge de

millim.	mil.		q.m.				f.
5,634	à 9,023	dresser	4,50	à $0^{f},20$ le q.m.,	soit par jour		0,90
11,279	15,791		6,00	*id.*		*id.*	1,20
18,047	22,558		7,50	*id.*		*id.*	1,50

Si, comme il arrive le plus ordinairement à l'usine de Baïgorry, la verge de $5^{mil.},634$ à $9^{mil.},023$ forme les 0,60 du produit obtenu, et la verge plate de $11^{mil.},279$ à $22^{mil.},558$ les 0,40 de ce produit, on remarque alors qu'un ouvrier dresse dans sa journée, savoir :

$311^{kil.},54$ de la première, à $0^{fr.},20$ par q. m.	$0^{fr.},425$
$207^{kil.},69$ des deux autres, *id.*	$0^{fr.},623$
$519^{kil.},23$ = le poids de la verge dressée en un jour par un ouvrier.	$1^{fr.},048$

Ordinairement ce sont des femmes et de petits enfants qui dressent la petite verge, tandis qu'il faut des hommes pour la grosse verge.

Un peseur de verge suffit à trois botteleurs. Ces quatre ouvriers peuvent rendre par jour 320 paquets de verge de 25 kil. l'un, soit 80 q. m., dont chacun est payé $0^{fr.},075$.

En résumé, pour dresser, peser et mettre en paquets la verge, on fait les frais suivants :

Pour $62^{q1.m},733$ produits à la fenderie en 24 h.		Pour 1 q. m. produit en 21' 21'',62.	
Journées.	fr.	Journée.	fr.
12,082 de dresseurs, à $1^{f},048$ l'une. .	12,66	0,1926	0,200
0,784 de peseur, à $1^{f},500$ l'une. . .	1,18	0,0125	0,019
2,352 de botteleur, *id.*	3,53	0,0375	0,056
15,218 journées à $1^{f},0141$ l'une. . . .	17,37	0,2426	0,275

Quand on fait beaucoup de fer dans une usine, on donne quelquefois tout le travail des cylindres et de la fenderie, à prix fait au fendeur, à raison de :

$1^{fr.},20$ par 100 kilogrammes de fer feuillard ;

$0^{fr.},90$ par 100 kilogrammes de fer en verge, sur quoi il donne $0^{fr.},25$ à ses ouvriers pour dresser, peser et botteler le fer. La réparation et le montage des taillants restent à la charge du fendeur, au-

quel le combustible et le fer coupé de longueur convenable sont livrés à pied-d'œuvre ;

$0^{fr.},70$ par 100 kilogrammes de fer rond, carré ou plat.

Les détails qui précèdent montrent, qu'en 1836 on a fait à l'usine de Baïgorry les frais suivants, pour obtenir 100 kilogrammes de fer en verge mis en paquets :

$105^{kil.},832$ de gros fer, à $35^{fr.},89$ le q. m. . .	$37^{fr.},98$
22, 240 de houille, à 7, 22 *id.*	1, 61
1, 793 de charbon de bois de hêtre, à $5^{fr.},13$ le q. m.	0, 09
Main-d'œuvre de toutes sortes.	1, 32
Total ou prix de revient, en 1836, d'un q. m. de fer en verge.	$41^{fr.},00$

Le fer de l'usine de Baïgorry est très-estimé ; il est très-nerveux, mais un peu dur sous le marteau. Ses principaux débouchés sont Angers et Nantes.

Frais pour rendre, de Baïgorry à Nantes, 1 q. m. de fer.

Transport de l'usine à Bayonne.	$3^{fr.},20$
Commission à Bayonne pour réception, emmagasinage, expédition, vente et rentrée de fonds d'après les comptes de 1834. . .	1, 10
Fret ordinaire de Bayonne à Nantes.	1, 30
Total.	$5^{fr.},60$

A l'usine de Baïgorry, le fer en verge se vend proportionnellement à un prix moins élevé que le fer simplement étiré sous le marteau. La différence proportionnelle en moins, pour le fer en verge, est de $1^{fr.},23$ ou environ par q. m. Ce résultat provient de ce que dans cette usine, où la houille revient à plus de deux fois plus chère que dans tous les établissements du même genre que cette usine, on ne fait cependant, comme dans ceux-ci, qu'une différence de 4 fr. entre les prix du gros fer et du fer en verge.

MÉMOIRE

Sur un nouvel anémomètre, propre au jaugeage des courants d'air qui circulent dans les galeries de mines, les tuyaux de calorifères, les cheminées, et généralement les conduites d'une assez grande section;

Par M. COMBES, ingénieur en chef des mines.

J'ai entrepris, dans l'été de 1837, une série d'expériences, relatives à l'aérage des mines de houille du département du Nord et de la Belgique, et à l'effet obtenu, soit par les foyers d'aérage anciennement usités, soit par les machines aspirantes à pistons, qui ont remplacé les foyers, sur quelques mines, dont l'exploitation présentait des difficultés particulières, à cause de l'abondance du gaz inflammable, dans les galeries souterraines. Pour atteindre le but que j'avais en vue, il était surtout indispensable de mesurer, avec une assez grande précision, les volumes d'air mis en circulation, dans les diverses mines, par l'action des foyers ou le jeu des machines; en un mot, de jauger les courants d'air qui avaient lieu, dans certains puits ou galeries. Les moyens employés jusqu'ici m'ayant paru peu exacts, j'ai fait exécuter un *anémomètre*, à l'aide duquel j'ai pu déterminer les vitesses de l'air, circulant dans une galerie ou une conduite, en différents points d'une même section transversale perpendiculaire à l'axe de cette galerie.

Cet instrument est analogue au *moulinet* de Woltmann, dont on se sert pour jauger les courants liquides, dont la section est considérable. Il se compose d'un axe très-délié, terminé par deux pivots très-fins, tournant dans des chappes d'agathe, et sur lequel sont montées quatre ailettes planes, également inclinées sur un plan perpendiculaire à l'axe. Au milieu de l'axe, est taillée une vis sans fin, laquelle conduit une petite roue de cent dents; de sorte que celle-ci avance d'une dent, pour chaque révolution de l'axe qui porte les ailes. L'axe de cette première roue porte une petite came, qui peut agir sur les dents d'une deuxième roue. Celle-ci est maintenue par un *valet*, ou ressort en acier très-flexible, qui est attaché à la plaque horizontale sur laquelle est monté l'instrument. A chaque révolution complète de la première roue de cent dents, menée par la vis sans fin, la came fait sauter une dent de la seconde roue qui porte cinquante dents : les deux roues sont numérotées de dix en dix dents, la première depuis 1 jusqu'à 10, et la seconde depuis 1 jusqu'à 5. Des aiguilles indicatrices, fixées aux montants légers, qui portent les chappes de l'arbre des ailes, servent à marquer les nombres de dents dont chaque roue a avancé, et partant à indiquer le nombre de révolutions de l'axe des ailes. Au moyen d'une détente, et de deux cordons qui servent à la mouvoir, on peut, à distance, arrêter le mouvement de rotation des ailes, ou leur permettre de tourner, sous l'impulsion du courant d'air qui les frappe.

Pour mettre l'instrument en expérience, on ramène d'abord les numéros *o* de chacune des deux roues, vis-à-vis les aiguilles indicatrices res-

pectives correspondantes; puis on place l'instrument sur un pied, au point que l'on veut, dans la section transversale de la galerie, où circule le courant d'air que l'on veut jauger, l'axe des ailettes étant mis dans la direction du courant, qui frappe les ailettes par-devant, comme le vent frappe les ailes d'un moulin à vent. La détente est placée, de sorte que le courant ne peut faire tourner les ailettes. Puis on s'éloigne de l'instrument, en tenant à la main les deux cordons de la détente, et l'on se place quelque part en dehors du courant: à un instant donné, on tire le cordon de la détente, pour laisser aux ailes la liberté de tourner. On compte le temps qui forme la durée de l'observation, et qui doit être en général de 2 ou 3 minutes au moins. Quand l'intervalle que l'on a choisi est écoulé, on tire l'autre cordon de la détente, ce qui arrête le mouvement des ailes, et l'on vient lire, sur l'instrument, le nombre de révolutions que les ailettes ont fait pendant la durée de l'observation. Chaque dent de la roue, menée par la vis sans fin, représente un tour de l'arbre des ailes, et les centaines de tours sont accusées par la deuxième roue de 50 dents. Du nombre de révolutions faites par l'arbre des ailes, on conclut ensuite, par une formule appropriée à l'instrument, la vitesse du courant d'air qui a produit le mouvement.

Pour déterminer la relation existante entre le nombre de tours de l'axe des ailettes, dans une seconde, et la vitesse du courant qui les fait mouvoir, j'ai fait un certain nombre d'observations préliminaires, de la manière suivante :

J'ai fixé l'anémomètre à l'extrémité d'une tige en fer aciéré, d'un mètre environ de longueur. La

tige elle-même est liée, par l'autre extrémité, à un axe qui reçoit, d'un mécanisme d'horlogerie, un mouvement de rotation, dans lequel l'anémomètre décrit une circonférence, dont le rayon est à peu près d'un mètre. Ce mouvement est rendu, à volonté, plus ou moins rapide, en inclinant plus ou moins deux plaques de cuivre, qui forment le volant adapté au mécanisme d'horlogerie. Lorsque l'anémomètre est mis en expérience, les deux cordons attachés à la détente, sont tendus le long de la tige à laquelle l'instrument est fixé, et viennent passer par un petit trou, ménagé dans une plaque, au-dessus de l'axe autour duquel a lieu la rotation. Les zéros des deux roues étant préalablement ramenés vis-à-vis des aiguilles indicatrices, on ôte un arrêt placé dans les rouages du moteur. Celui-ci commence à marcher, et lorsque l'anémomètre a déjà décrit deux ou trois circonférences entières, de sorte que la vitesse est sensiblement uniforme, on tire, à un signal donné, le cordon de la détente, et les ailettes de l'anémomètre commencent à tourner. On compte, avec une montre à secondes indépendantes, le temps qu'il faut pour que l'anémomètre décrive 10 ou 20 circonférences entières. A un nouveau signal donné, on arrête le mouvement des ailettes, en tirant le deuxième cordon de la détente ; on tient note du temps écoulé, du nombre de circonférences décrites, du nombre de tours de l'axe des ailettes, pendant la durée de l'observation. On lit ce nombre de tours sur l'instrument, après avoir arrêté le mouvement de rotation produit par le mécanisme.

C'est ainsi qu'ont été exécutées les quinze expériences dont les résultats sont inscrits dans le tableau n° 1 (pag. 121). Je comptais moi-même le temps à l'aide d'une montre, ainsi que le nombre de circonférences décrites par l'anémomètre, tandis que M. Neumann, qui avait confectionné l'instrument, tirait les cordons de la détente, pour laisser partir ou arrêter le mouvement de rotation des ailettes, à un signal que je lui donnais. De ces quinze expériences, une seule est douteuse, et l'on n'y a point eu égard dans les calculs qui ont suivi.

Le poids total de l'axe des ailettes et des ailettes est de 2,67 grammes. Les ailettes carrées, formées de feuilles de clinquant fixées sur un léger châssis, ont 0^{m},0225 de côté; de sorte que la surface totale des quatre ailettes est de 0,002025 mètre carré. La distance du bord des ailettes à l'axe autour duquel elles tournent, est de 0^{m},015; de sorte que les centres des ailettes se meuvent dans une circonférence qui a 0^{m},02625 de rayon. La longueur développée de cette circonférence est en conséquence de 0^{m},16493.

Lorsque je fis construire le premier anémomètre, semblable à celui que je viens de décrire, je n'espérais pas pouvoir lier les résultats des expériences, par une équation simple entre la vitesse imprimée à l'instrument, et le nombre de révolutions des ailettes. Je comptais donc déterminer la vitesse approximative des courants d'air, à l'aide d'une interpolation entre les résultats des premières expériences. J'ai été, comme on va le voir, plus heureux que je ne m'y attendais, et les résultats de toutes les expériences sont représentés, à

un degré d'approximation très-suffisant, par une formule très-simple, dont la forme m'a été donnée par la théorie de l'impression d'un fluide en mouvement, sur une surface plane mobile. L'anémomètre me paraît avoir ainsi acquis un degré de précision, qui le rendra précieux, dans toutes les circonstances où l'on voudra déterminer la vitesse de l'air, ou le volume d'un courant, qui circule dans une conduite à large section.

Soit (*Pl. II, fig.* 4) *ab* la section d'une surface plane que je suppose assujettie à se mouvoir, parallèlement à elle-même, suivant une ligne XY, formant avec le plan de la surface mobile un angle *a*CX, que je désigne par α. Cette surface reçoit le choc d'un courant fluide, animé d'une vitesse dirigée suivant la ligne AB, perpendiculaire à la direction XY, et se meut uniformément, sous l'impulsion de ce courant, dans la direction CX. Je suppose que C*m* représente, en grandeur et en direction, la vitesse de translation de la surface; et C*n* la vitesse du courant. Portant sur le prolongement de CX, de C vers Y, la longueur C*m'*= C*m*, et achevant le parallélogramme rectangle *m'*C*nr*, la diagonale C*r* représentera, en grandeur et en direction, la vitesse relative du fluide par rapport à l'aile considérée comme immobile. D'après la théorie généralement admise, l'impression normale du fluide, sur une surface plane choquée obliquement, est proportionnelle à l'aire de cette surface, au carré de la vitesse du courant, projetée sur la normale à la surface, et à la densité du fluide. Si l'on désigne par I cette impression, par *a* l'aire de la surface choquée, par U la vitesse relative, par ϖ le poids du mètre cube de fluide, et par *g* la gravité, on aura :

$$I=k\frac{\varpi a}{g}U^2\sin.^2MCa. \qquad (a)$$

k désignant un coefficient numérique, qui varie avec l'étendue de la surface choquée.

Or, si nous désignons par v la vitesse du fluide représentée par Cn, et par u la vitesse de la surface ab représentée par $Cm=Cm'$, l'on a :

$$Cr^2=U^2=v^2+u^2.$$

L'angle $MCa=MCX-\alpha$.

D'ailleurs le triangle rectangle $m'Cr$ donne

$$\sin.m'Cr=\sin.MCX=\frac{m'r}{Cr}=\frac{v}{\sqrt{v^2+u^2}}$$

$$\cos.MCX=\frac{Cm'}{Cr}=\frac{u}{\sqrt{v^2+u^2}}.$$

d'où il suit que :

$$\sin.MCa=\sin.(MCX-\alpha)=\sin.MCX\cos.\alpha-\cos.MCX\sin.\alpha$$

$$=\frac{v\cos.\alpha-u\sin.\alpha}{\sqrt{u^2+v^2}}.$$

Les valeurs de U et de sin. MCa étant portées dans l'équation (a), il vient :

$$I=k\frac{\varpi a}{g}(v\cos.\alpha-u\sin.\alpha)^2.$$

Puisque la surface, choquée par le courant fluide animé d'une vitesse constante, se meut uniformément, l'impression normale à la surface, projetée sur la direction du mouvement, doit être égale à la résistance que la surface éprouve, estimée suivant la même direction. Appelant donc R cette résistance, estimée comme il a été dit, et observant que la projection de l'impres-

sion normale I, sur la direction CX du mouvement, est égale à I sin. α, on a :

$$R = I\sin.\alpha = k\frac{\varpi a}{g}(v\cos.\alpha - u\sin.\alpha)^2\sin.\alpha,$$

d'où l'on tire :

$$v = u\,\text{tang}\,\alpha \pm \sqrt{\frac{Rg}{k\varpi a\sin.\alpha\cos.^2\alpha}} \qquad (b)$$

C'est le signe + que l'on doit prendre, dans le second membre de cette équation ; car v doit être plus grand que u tang. α, pour que l'impression du courant fluide tende à faire avancer la surface de C vers X, ainsi que nous le supposons.

On peut assimiler le mouvement des ailettes de l'anémomètre, lorsqu'elles sont frappées par l'air, au mouvement de la surface que nous venons de considérer, de même qu'on assimile le mouvement des aubes d'une roue, ou des ailes d'un moulin à vent, au mouvement rectiligne d'une surface unique. Si d'ailleurs on suppose que les résistances, que les ailettes éprouvent à se mouvoir, soient indépendantes de la vitesse, comme cela a lieu pour le frottement entre les pièces des machines, la formule (b) sera applicable au mouvement des ailettes, en regardant R comme une constante indépendante des vitesses v et u. L'angle α étant également constant, et le nombre de révolutions de l'axe des ailettes, dans une seconde, étant proportionnel à la vitesse du centre des ailettes, il en résulte que la vitesse v du courant d'air qui frappe les ailes, et le nombre de révolutions de l'axe, dans l'unité de temps, doivent être liés par une équation de la forme très-simple : $v = a + b \times n$,



dans laquelle a et b sont des coefficients numériques, dont le second dépend seulement de l'inclinaison des ailes; tandis que le premier dépend à la fois de cette inclinaison, de l'intensité des frottements qui déterminent la grandeur de R, de la densité du fluide, et de l'étendue des ailes avec laquelle varie le coefficient k.

Les expériences préliminaires faites sur chaque anémomètre, avec les soins et les précautions que j'ai indiqués, doivent servir à déterminer les deux coefficients a et b.

J'ai calculé les valeurs de ces coefficients, au moyen de 13 des expériences, dont les résultats sont inscrits dans le tableau n° 1. L'expérience n° 5 ne pouvait servir à cette détermination, parce qu'elle indiquait seulement que l'instrument n'était pas sensible à une vitesse du courant d'air de $0^m,262$ par seconde, et l'expérience n° 6 a été rejetée comme douteuse. J'ai assujetti les coefficients à la condition que la somme des carrés des différences, entre les vitesses calculées par la formule, et les vitesses observées, fût un *minimum*.

Appelant n_1, n_2, n_3, etc., les nombres de révolutions de l'arbre des ailettes par seconde, v_1, v_2, v_3, etc., les vitesses correspondantes imprimées à l'anémomètre, dans les observations successives, α_1, α_2, α_3, etc., les différences entre les vitesses observées et les vitesses calculées, on a la suite d'équations :

$$a+bn_1-v_1=\alpha_1$$
$$a+bn_2-v_2=\alpha_2$$
$$a+bn_3-v_3=\alpha_3$$

qui, élevées au carré et ajoutées toutes ensemble,

donnent, en désignant par i le nombre total des observations dont on fait usage :

$$(X) \quad ia^2+b^2S.n^2+S.v^2+2abS.n-2bS.nv-2aS.v=S.\alpha^2.$$

La caractéristique S désignant la somme de toutes les quantités du même genre que celle inscrite sous cette caractéristique, prises dans les équations successives. On veut disposer des coefficients a et b, de manière que le second membre de l'équation (X) soit un *minimum*. Prenant donc les dérivées partielles du premier membre, par rapport aux quantités a et b considérées comme variables, et les égalant à o, on obtient les deux équations du premier degré :

$$2a.i+2bS.n-2S.v=0$$
$$2bS.n^2+2aS.n-2S.nv=0,$$

lesquelles étant divisées par 2, se réduisent à :

$$a\times i+S.n\times b=S.v$$
$$a\times S.n+S.n^2\times b=S.nv.$$

$S.n$ désigne la somme de tous les nombres n, relatifs aux observations dont on fait usage ; $S.v$ la somme de toutes les vitesses v du courant, dans les mêmes observations ; $S.n^2$, la somme des carrés de tous les nombres n; $S.nv$, la somme de tous les produits des nombres n par les valeurs de v respectivement correspondantes.

Des équations ainsi formées, j'ai tiré pour a et b les valeurs suivantes :

$$a=0^m,2578; \quad b=0,0916,$$

ce qui donne la formule :

$$v=0^m,2578+0,0916\,n$$

pour la vitesse du courant exprimée en mètres

par seconde, correspondante à un nombre n de révolutions de l'axe des ailettes, dans une seconde. Le tableau n° 2 (pag. 122), contient les vitesses observées et les vitesses calculées mises en regard, avec les différences entre les unes et les autres.

Les vitesses observées sont celles avec lesquelles l'anémomètre, mis en mouvement, frappait l'air de la chambre, où les expériences ont été faites. On les obtient en divisant l'espace total parcouru par l'anémomètre, dans son mouvement circulaire, par le nombre de secondes qu'a duré l'observation.

Chaque circonférence décrite par l'anémomètre a un développement de 6m,0224, puisque le rayon de cette circonférence est de 0m,9585. La grandeur des différences obtenues peut faire apprécier le degré de précision du nouvel instrument que je décris ici, entre les limites de vitesses qui ont été réalisées, dans les expériences dont les résultats sont consignés dans les deux tableaux.

Je dois faire observer que le coefficient a dépend de la densité du fluide qui choque les ailettes de l'anémomètre, et qu'il varie en raison inverse de la racine carrée de cette densité. Il sera donc nécessaire, pour opérer avec une grande précision, de corriger ce coefficient a, d'après la densité de l'air dont on voudra mesurer la vitesse. Aussi ai-je indiqué, dans la colonne d'observations annexées au tableau n° 1, les données thermométrique et barométrique qui suffisent pour calculer la densité de l'air dans lequel les essais ont été faits. Lorsque la densité du fluide est considérable, le coefficient a devient très-petit, et

s'efface devant le second terme de la formule, de sorte que la vitesse du courant fluide doit être alors sensiblement proportionnelle à la vitesse des ailettes. C'est ce qui arrive pour le moulinet de Woltmann, qui sert au jaugeage des cours d'eau. La vitesse du courant est supposée proportionnelle à la vitesse des ailettes.

En indiquant en quoi consiste la correction dont je viens de parler, je ferai une remarque qui n'est pas sans intérêt.

J'ai dit précédemment que les centres des ailettes décrivaient une circonférence, dont le développement était de $0^m,16493$. Il en résulte que la vitesse moyenne des ailettes dans chaque cas s'obtiendra, en multipliant le nombre n par $0^m,16493$, et qu'en conséquence l'on a, entre le nombre n de notre formule, et la vitesse désignée par u, dans les équations (a) et (b), la relation : $n=\frac{u}{0,16493}$. Si donc on veut introduire la vitesse u, au lieu du nombre n, dans la formule $v=0,2578+0,0916n$, on aura :

$$v=0,2578+\frac{0,0916}{0,16493}u=0,2578+0,5554u.$$

Comparant cette formule particulière à l'équation générale (b),

$$v=u\,\text{tang}.\alpha+\sqrt{\frac{Rg}{k\mp a\sin.\alpha\cos.^2\alpha}}$$

on a : $\text{tang}.\alpha=0,5554$ (1)

$$\sqrt{\frac{Rg}{k\mp a\sin.\alpha\cos.^2\alpha}}=0,2578 \qquad (2)$$

A la tangente 0,5554 correspond un angle

de 29° 3′; et telle est effectivement à peu près l'inclinaison des surfaces des ailettes sur le plan perpendiculaire à l'axe de rotation.

Pour tang. $\alpha = 0{,}5554$, on a :

$$\sin. \alpha \cos.^2 \alpha = 0{,}3710.$$

D'ailleurs a est égal à la somme des surfaces des 4 ailettes, que nous avons dit être de 0,002025 mètre carré.

Le poids du mètre cube d'air à 0°, et sous une pression de $0^{m},76$ de mercure à 0°, étant de $1^{k},3$, nous trouverons, pour le poids du mètre cube d'air à $11°\frac{1}{2}$ centigrades, et sous une pression mesurée par une colonne de mercure de $0^{m},7446$ à 0°, dans lequel les expériences ont été faites :

$$\varpi = 1{,}3 \times \frac{0{,}7446}{0{,}76 \times (1 + 0{,}004 \times 11{,}5)} = 1^{k\cdot},2176.$$

(Nous employons, dans le calcul du poids, le coefficient 0,004 au lieu de 0,00375, pour tenir compte approximativement de l'humidité de l'air que nous n'avons pu mesurer, n'ayant pas d'hygromètre à notre disposition.)

Portant ces valeurs numériques dans l'équation (2), et remplaçant aussi la gravité g par le nombre 9,8088, il vient, en élevant au carré les deux membres :

$$\frac{R}{k} = 0^{k\cdot},000006199.$$

Si l'on connaissait, par des expériences directes, le coefficient numérique k, on en conclurait la valeur de la résistance R, rapportée à l'extrémité d'un bras de levier de $0^{m},02625$, et inversement si l'on déterminait la valeur de R par des expériences directes, on pourrait conclure la valeur du coefficient k, convenable pour des ai-

lettes minces et d'une très-petite surface, qui se meuvent circulairement. D'après les expériences de Borda, la valeur du coefficient k, qui convient dans le cas de surfaces d'une très-petite étendue, doit différer peu de 0,50. En adoptant cette valeur, on trouvait que la résistance R est à peine supérieure à 3 milligrammes.

Revenons à la correction dépendante de la densité de l'air, qu'il faut faire subir au coefficient 0,2578 de notre formule. Cette correction exigera que l'on mesure la température et la pression de l'air, dans lequel les expériences seront faites. Soit t cette température en degrés centigrades; p la pression en colonne de mercure, réduite à la température 0, on aura à très-peu près, pour le poids du mètre cube d'air atmosphérique dans ces circonstances :

$$\varpi = 1.3 \frac{p}{0,76 \times (1+0,004t)}.$$

Pour un air dont le poids du mètre cube est $1^{k.},2176$, il résulte de nos expériences que le coefficient a, de la formule générale, est égal à 0,2578, et comme ce coefficient doit varier en raison inverse de la racine carrée du poids ϖ, il s'ensuit qu'on aura généralement :

$$a = 0,2578 \sqrt{\frac{1,2716}{1.3 \frac{p}{0.76(1+0,004t)}}}$$

$$= 0,222275 \sqrt{\frac{1+0,004t}{p}},$$

Par exemple, pour $t = 25$ degrés centigrades, et $p = 0^{m.},73$, on trouverait $a = 0,27285$.

La formule générale convenable pour l'air atmosphérique ordinaire est en conséquence :

$$v=0,222275\sqrt{\frac{1+0,004t}{p}}+0,0916.n \qquad (A)$$

Si l'on opérait sur un air chaud et très-chargé de vapeur, il faudrait encore modifier le coefficient a, en raison de la quantité de vapeur existante dans l'air, laquelle serait constatée au moyen d'un bon hygromètre. Pour tout autre gaz que l'air atmosphérique pur, ou mélangé de vapeur, il faudrait préalablement connaître la densité du gaz.

Le coefficient de n, dans la formule générale, demeure invariable, tant que l'inclinaison des ailettes sur le plan du mouvement n'est point changée, tant que l'instrument n'a subi aucune déformation. Le premier coefficient dépendant de la résistance due aux frottements des pièces de l'appareil peut se modifier avec le temps, par suite de l'usure des pivots, de la qualité de l'huile avec laquelle on les oindra. Il pourrait être aussi altéré par la poussière, qui se logerait dans les chappes des pivots, dans les dents des roues, ou les spires de la vis sans fin. Toutefois ces diverses causes ne peuvent altérer que très-peu la valeur du coefficient, pour peu que l'on prenne soin de l'instrument. On peut d'ailleurs vérifier, à une époque quelconque, au moyen d'expériences faites comme les premières, si les coefficients primitifs de la formule sont modifiés.

L'anémomètre que je décris ici est le troisième que j'ai fait exécuter par M. Neumann. Le premier m'a servi à des observations sur l'aérage des

mines de houille de la Belgique et du nord de la France, pendant un voyage entrepris en 1837, dont la durée a été de près de trois mois. Mis en expérience au retour, les coefficients de la formule avaient éprouvé des variations, assez légères toutefois, puisque les vitesses calculées au moyen des deux formules ne différaient généralement pas l'une de l'autre, de $\frac{1}{20}$ de la plus petite. Il faut encore remarquer que l'instrument avait été exposé aux courants d'air viciés des galeries souterraines, ce qui avait fait oxider les parties en fer, et qu'enfin il avait dû subir, par les chocs inévitables dans un transport aussi long, et par la mise en place dans des galeries étroites, des déformations qui n'auraient pas lieu, pour un instrument que l'on ménagerait davantage. Les vitesses observées dans nos expériences, et les vitesses calculées par la formule trouvée, pour chacun des deux premiers instruments que j'ai fait faire, ne différaient pas plus entre elles, que ne diffèrent les vitesses observées et calculées du tableau n° 2.

Je crois donc pouvoir présenter aujourd'hui le nouvel anémomètre, comme pouvant servir à mesurer, à un degré de précision suffisante (certainement à moins de $\frac{1}{10}$ près), les vitesses de courants d'air, comprises entre les limites $0^{m}.40$ et 5 mètres par seconde, ce qui sera suffisant dans beaucoup de circonstances. Il est même probable que des vitesses bien supérieures à 5 mètres seraient encore mesurées avec la même exactitude, que celles comprises dans les limites de nos expériences.

Lorsqu'on voudra jauger un courant d'air circulant dans une conduite une peu large, il suffira

de placer successivement l'anémomètre en divers points de l'aire d'une même section transversale de la conduite, l'axe des ailettes étant posé dans la direction exacte du courant. L'instrument devra d'ailleurs être posé sur un pied approprié, dont le volume soit très-petit, de façon que sa présence ne puisse pas modifier sensiblement le régime du courant. En chaque point on déterminera le nombre de tours de l'axe des ailettes, par seconde, sous l'impulsion du courant. Les ailettes de l'anémomètre sont d'abord arrêtées par la détente, et on les laisse partir à un instant déterminé, en tirant le cordon convenable. On les arrête de nouveau, au bout de deux ou trois minutes, en tirant le deuxième cordon, et l'on vient ensuite lire le nombre total de tours, que l'on divise par le nombre de secondes comprises dans la durée de l'observation. Plusieurs expériences étant faites ainsi, en divers points d'une même section transversale à l'axe de la conduite, il suffira de prendre la moyenne arithmétique des nombres n correspondants aux diverses expériences, et de calculer ensuite, par la formule donnée, la vitesse v correspondante à cette moyenne arithmétique. Cette vitesse sera la vitesse moyenne du courant, laquelle, multipliée par l'aire de la section transversale, donnera le volume d'air qui circule dans la conduite, exprimé en mètres cubes. Il est inutile de calculer les vitesses v particulières aux divers points de la section où les expériences ont été faites, parce que la valeur moyenne, entre toutes ces vitesses v, ne diffère pas de la vitesse correspondante à la moyenne arithmétique des valeurs de n, à cause de la forme de l'équation $v = a + b \times n$.

Quand on opérera sur l'air atmosphérique, à des températures peu éloignées de 12 degrés, et sous des pressions peu différentes des pressions atmosphériques ordinaires, on pourra employer simplement la formule :

$$v = 0,2578 + 0,0916 \times n.$$

Mais si l'on veut mesurer le volume d'un courant d'air chaud, ou d'un courant dont la pression soit sensiblement différente de la pression atmosphérique ordinaire, il faudra préalablement mesurer la température et la pression de l'air dans le courant, et se servir de la formule générale (A).

Enfin si l'air était altéré par des mélanges de gaz, ou saturé d'humidité, il deviendrait nécessaire de connaître préalablement sa densité, et de corriger le coefficient a de la formule, en conséquence.

TABLEAU N° 1.

Observations faites le 16 mars, à 9 heures du matin, sur l'anémomètre n° 3, exécuté pour la Société d'encouragement.

Numéros des observations.	Durée des observations en secondes.	Nombre de circonférences décrites par l'anémomètre.	Nombre de révolutions de l'axe des ailes.	Vitesse par seconde, imprimée à l'instrument, en mètres.	Nombre de révolutions de l'axe des ailes, par seconde.	OBSERVATIONS.
1	31	20	1229	3,885	39,645	L'anémomètre, dans le mouvement qui lui est imprimé par le mécanisme d'horlogerie, décrit une circonférence dont le rayon est de 0m,9585. La température de l'air de la chambre était, au moment où les observations ont commencé, de 11° c. Le baromètre se tenait à 0m,7466, la température du mercure étant de 10° ½ centig. A la fin des observations, la température de l'air était de 12° c. Le baromètre marquait 0m,7461, la température du mercure étant de 12° ⅔.
2	18	10	593	3,346	32,944	
3	20	10	590	3,011	29,500	
4	28	20	1240	4,302	44,286	
5	23	1	0	0,262	0	
6	188	8,5	91	0,272	0,484 (*)	
7	105	5	30	0,287	0,286	
8	158	10	182	0,381	1,152	
9	137	10	264	0,440	1,927	
10	60	10	506	1,004	8,433	
11	78	10	450	0,772	5,769	
12	42	10	547	1,434	13,024	
13	50	10	530	1,204	10,600	
14	26	20	1247	4,633	47,962	
15	32	20	1236	3,764	38,625	

(*) Cette expérience est douteuse ; c'est pourquoi on n'y a pas eu égard, dans les calculs qui ont conduit à la formule inscrite en tête du tableau n° 2.

TABLEAU N° 2.

Comparaison des vitesses observées, avec les vitesses calculées par la formule :

$$v = 0^m,2578 + 0,0916n.$$

Numéros des observations.	Valeurs de n nombre de tours de l'axe par seconde	Vitesses observées en mètres par seconde.	Vitesses calculées	Différences.	Rapports des différences aux vitesses observées.
1	39,645	3,885	3,889	+ 0,004	1/971
2	32,944	3,346	3,323	— 0,023	1/145
3	29,500	3,011	2,960	— 0,051	1/59
4	44,286	4,302	4,314	+ 0,012	1/358
5	»	0,262	»	»	»
6	»	»	»	»	»
7	0,286	0,287	0,284	— 0,003	1/95
8	1,152	0,381	0,363	— 0,018	1/21
9	1,927	0,440	0,434	— 0,006	1/73
10	8,433	1,004	1,030	+ 0,026	1/38
11	5,769	0,772	0,786	+ 0,014	1/55
12	13,024	1,434	1,451	+ 0,017	1/84
13	10,600	1,204	1,229	+ 0,025	1/48
14	47,762	4,633	4,633	0,000	1/∞
15	38,625	3,764	3,796	+ 0,032	1/117

La plus grande différence est donc 1/21 seulement de la vitesse observée.



Note additionnelle.

J'ai fait exécuter l'anémomètre, décrit dans ce mémoire, au commencement de l'été de l'année 1837, et je me suis servi du premier instrument de ce genre, pour mesurer le volume d'air qui circulait dans les galeries de plusieurs mines de houille, que j'ai visitées pendant les mois de juin, juillet et août.

L'idée de mesurer la vitesse d'un courant d'air à l'aide d'un instrument analogue au moulinet de Woltmann, décrit dans les principaux ouvrages d'hydraulique, se présenta naturellement à mon esprit, lorsque je voulus entreprendre une série d'observations sur l'aérage des mines. Une tentative pour mesurer le volume d'air, sortant par la cheminée d'un four à réverbère, avec un moulinet semblable, avait déjà été faite en 1820, à la mine de fer de Betsberg, en Suède, par M. Kallstenius. On trouve la description de l'instrument dont l'auteur s'est servi, et le détail de l'expérience qu'il a faite, dans le recueil allemand (*Archiv. für Bergbau und Hüttenwesen*, vol. 5, 2e partie, pages 345 et suivantes). Le moulinet de M. Kallstenius portait douze ailes, dont les plans étaient inclinés de 53 degrés sur le plan perpendiculaire à l'axe de rotation, et à la direction du courant. L'axe en fil de fer, garni des douze ailes, pesait 2 loth $\frac{1}{8}$. Le plus grand diamètre de l'instrument était de $0^{pied},578$. L'auteur n'a fait aucune expérience préliminaire, pour déterminer la relation existante entre la vitesse du

courant qui frappe les ailes, et le nombre corerspondant de tours du moulinet : il a en conséquence calculé la vitesse du courant, comme si les résistances dues au frottement de l'axe du moulinet étaient nulles. Il emploie pour cela la formule $V = \frac{u}{\sin. \varphi. \cos. \varphi.}$, dans laquelle V désigne la vitesse du courant, *u* la vitesse du centre des ailes, φ l'inclinaison des plans des ailes sur le plan perpendiculaire à l'axe. Cette formule est inexacte; car si on néglige les résistances dues au frottement, les ailes du moulinet, frappées par un courant d'air, devront prendre une vitesse telle, que la vitesse relative du courant, par rapport aux ailes considérées comme immobiles, devienne parallèle à la surface des ailes, ce qui conduit à la relation : $V = u$ tang. φ. Le poids de l'instrument, employé par M. Kallstenius, était d'ailleurs trop grand pour que les résistances pussent être négligées, et qu'il fût permis de supposer la vitesse des ailes, proportionnelle à celle du courant. L'essai de M. Kallstenius était la seule tentative de ce genre parvenue à ma connaissance en 1837. Cependant M. Whewell avait présenté à l'assemblée de l'association britannique, pour l'avancement des sciences, réunie à Dublin en 1835, un nouvel anémomètre construit sur le même principe que le mien. Cet instrument n'est que mentionné, et point décrit dans le vol. IV des Transactions de l'association, publié en 1836. On trouve sa description dans le vol. V des mêmes Transactions, publié en 1837, deuxième partie du volume, p. 39. M. Whewell présenta son anémomètre complet, et ayant déjà servi à des expériences, à

l'assemblée de l'association, réunie à Bristol, en août 1836. Voici la traduction par extrait du passage cité : « L'instrument consiste en une pe-
» tite roue à vent (semblable à celle d'un mou-
» lin à vent à huit ailes), dont l'axe est maintenu
» dans la direction du vent qui souffle, par une
» girouette. Le mouvement rapide de rotation
» de la roue est converti, par un système conve-
» nable de roues dentées et de vis, en un mou-
» vement vertical lent, lequel entraîne, de haut
» en bas, un style qui trace une ligne sur la sur-
» face d'un cylindre vertical, dont l'axe coïncide
» avec celui de la girouette directrice. L'étendue
» du mouvement vertical du style indique la
» quantité du vent, et la partie de la circonférence
» du cylindre, sur laquelle cette ligne est tracée,
» indique la direction.

« Pour observer, on tourne la girouette de
» façon qu'une échelle, en dixièmes de pouce,
» coïncide avec la direction moyenne de la trace
» laissée par le style. On lit alors la quantité de
» vent sur l'échelle, et la direction sur un cercle
» tracé sur le contour du cylindre. » M. Whewell a proposé d'enregistrer jour par jour, dans les observatoires, les directions ou aires du compas, et au-dessous les quantités de vent correspondantes. On peut ainsi, représenter la marche des vents dans un lieu donné, pendant un temps déterminé, par une ligne brisée, dont les portions mises bout à bout seraient respectivement tracées dans les directions successives du vent, et de longueurs proportionnelles aux quantités de vent dans chaque direction.

On voit que dans l'usage que M. Whewell fait

de son anémomètre, il suppose que la vitesse des ailes est proportionnelle à celle du courant d'air qui les frappe, ce qui n'est jamais rigoureusement exact, à cause des résistances dues au frottement des pièces de l'instrument. La sensibilité de l'instrument, et son degré de précision dépendent de sa délicatesse, et du soin avec lequel il est construit.

Il n'est pas dit, dans la courte notice dont j'ai extrait le passage précédent, si M. Whewell a fait quelques essais propres à déterminer le degré de sensibilité de son anémomètre, et la correction à faire pour obtenir la quantité exacte de vent, correspondante à l'étendue d'une ligne tracée par le style (1). Ces essais, que je crois avoir faits le premier, ont seuls pu me fournir le moyen de *jauger*, avec un degré suffisant de précision, les courants d'air animés d'une faible vitesse, qui circulent dans les galeries de mines; et ils peuvent servir aussi à corriger les résultats fournis par des anémomètres semblables à celui de M. Whewell, instruments qui me paraissent destinés à fournir à la science météorologique, des observations qui lui ont manqué jusqu'ici. Mais je dois faire remarquer que la trace laissée par le style n'offre

---

(1) Depuis que j'ai écrit ceci, j'ai trouvé, dans le volume V des *Transactions de la société philosophique de Cambridge*, un article dans lequel M. Whewell, après avoir rendu compte d'essais faits avec son anémomètre, dit qu'il ne s'est pas encore assuré de la proportionnalité de la vitesse du vent à la vitesse des ailes de l'instrument.

pas les éléments nécessaires pour apprécier la quantité de vent, quand on a égard aux résistances de l'instrument; car cette trace indique seulement le nombre total de tours des ailes, ou si l'on veut le chemin total qu'elles ont parcouru, mais non la vitesse moyenne des ailes, qui s'obtiendrait, en divisant le chemin par la durée du mouvement des ailes. Or, si l'on désigne par V la vitesse du vent, par u la vitesse des ailes frappées, on a, ainsi que nous l'avons vu, la relation :

$$V = a + bu.$$

Si un temps t a été employé par les ailes, à décrire l'espace total, auquel la longueur de la trace, laissée par le style, est proportionnelle, on aura, en multipliant les deux membres de la relation précédente par t,

$$Vt = at + but.$$

Or, la quantité de vent est proportionnelle à Vt; la longueur de la trace est proportionnelle à but. La quantité qu'il faut ajouter à la longueur de la trace, pour obtenir une grandeur proportionnelle à la quantité de vent, n'est donc pas constante, mais elle est proportionnelle au temps t, que l'anémomètre de M. Whewell n'indique pas, et qu'il faudrait observer directement.

Enfin les faibles brises d'une vitesse de moins de $0^{m},20$ par seconde, échapperont généralement aux indications d'un anémomètre, avec quelque soin qu'on le construise, de sorte que l'instrument,

tel que nous le possédons aujourd'hui, sera toujours loin de représenter la quantité totale de vent qui passe par un point de l'espace dans chaque direction pendant un temps quelconque.

EXPLICATION DES FIGURES 1 A 3

DE LA PLANCHE II.

La *fig.* 1 est une projection de l'anémomètre sur un plan vertical, parallèle à l'axe A des ailes.

La *fig.* 2 est une projection sur un plan vertical, perpendiculaire au premier, et à l'axe A des ailes.

La *fig.* 3 est une projection sur un plan horizontal.

On distinguera dans ces trois figures :

A Axe qui porte les quatre ailes de l'anémomètre, dans le milieu de la longueur duquel sont taillées deux spires d'une vis sans fin.

R Roue de cent dents menée par la vis sans fin.

R′ Roue de cinquante dents, qui avance d'une dent, pour un tour entier de la roue R ; elle est poussée par une petite came, fixée à l'axe de cette dernière roue.

M, M′ Montants verticaux, qui portent les chappes, dans lesquelles tournent les extrémités de l'axe A.

V Valet, ou ressort mince et flexible en acier, portant une petite saillie, qui s'engage entre deux dents de la roue R′. Ce valet est destiné à maintenir cette roue, et à l'empêcher d'avancer de plus d'une dent à la fois, lorsqu'elle est poussée par la came montée sur l'axe de la roue R.

i Indicateur de la roue R.

i′ Indicateur de la roue R′.

N, N′ Montants qui supportent les axes des roues R et R′.

P P Plaque en cuivre jaune, sur laquelle sont fixés les quatre montants M, M′, N, N′, l'extrémité du valet V, etc.

D Détente qui arrête le mouvement des ailes, quand elle est inclinée comme l'indique la *fig.* 1, et qui leur permet de tourner, quand elle est appliquée verticalement contre le montant M'.

k k Petite lame en cuivre, fixée sous la plaque PP, et tournant autour du boulon *o*.

C, C' Deux cordons attachés aux extrémités de la lame *k k*, et servant à la faire tourner sur le boulon *o*. Cette lame fait mouvoir la détente D, au moyen d'une tige de communication *l*, qui traverse la plaque PP par l'ouverture *z*.

T Petite tige verticale, vissée sur la plaque PP, servant à porter l'anémomètre, et à le maintenir fixé dans la boite de forme à peu près cubique, dans laquelle il est renfermé. On peut dévisser la tige T, quand on met l'instrument en expérience.

MÉMOIRE

Sur les divers procédés mis en usage pour remplacer, dans les hauts-fourneaux et les feux d'affinerie, le charbon de bois par le bois vert, desséché, ou torréfié;

Par M. BINEAU, Ingénieur des mines.

Jusqu'à ces derniers temps le bois n'a été employé dans les usines à fer qu'après sa conversion en charbon, quoique cette conversion lui fasse perdre une partie considérable des principes combustibles qu'il renferme. Exposé.

La carbonisation, telle qu'elle est pratiquée dans les forêts, perd environ 56 p. o/o (1) de la quantité de carbone que renferme le bois, soit 56 p. o/o de sa valeur calorifique, en ne tenant pas compte de la quantité de chaleur nécessaire pour vaporiser l'eau hygrométrique de ce bois,

(1) Le bois vert, deux ou trois mois après qu'il a été abattu, c'est-à-dire au moment où on le carbonise en forêt, contient environ 34 p. 0/0 de carbone; or, cette carbonisation ne rend qu'environ 17 p. 0/0 en poids, et le charbon qui en résulte n'est pas du carbone pur, et équivaut seulement à 88 p. 0/0 de carbone. Ainsi, par la carbonisation ordinaire, on n'obtient du bois que 15 p. 0/0 de carbone tandis qu'il en renferme 34. La perte est donc de 56 p. 0/0 de la quantité de carbone, soit 56 p. 0/0 de la valeur calorifique, puisque le bois peut être considéré comme composé de carbone et d'eau, et que la quantité de chaleur qu'il produit est précisément la même que celle qui serait due uniquement à la combustion du carbone,

et 48 p. 0/0 en tenant compte de cette quantité (1).

Cette perte est due à deux causes: l'imperfection des procédés de carbonisation et la composition même du bois, qui est telle que l'on ne peut en extraire le charbon qu'il renferme sans en perdre une partie notable, l'eau de combinaison ne pouvant se dégager sans entraîner avec elle du carbone.

Plusieurs moyens ont été proposés à diverses époques pour améliorer la carbonisation et augmenter son rendement; mais ces procédés, ou n'étaient pas applicables en grand dans des forêts, ou une fois qu'ils y étaient appliqués sans surveillance ne rendaient pas plus que le procédé habituel. Du reste, quand même on pourrait réaliser cette amélioration, il resterait encore la perte de valeur calorifique qui est due à la seconde cause, c'est-à-dire à l'impossibilité d'expulser l'eau de combinaison sans qu'elle entraîne une partie de la matière charbonneuse.

---

(1) Le pouvoir calorifique de 1k. de carbone pur est de 7.815 calories.

Celui de 1k. de charbon de bois, contenant 88 p. 0/0 de carbone, est donc de 6.880.

1k. de bois vert contient environ 0,35 d'eau hygrométrique, qui, à raison de 7 parties d'eau évaporées par 1 de carbone, exigent 0,05 de carbone; ainsi ce bois contenant 0,34 de carbone, il en restera 0,29 qui pourront être utilisés, et qui, à raison de 7.815 calories par kilogramme, mettent la caloricité de ce bois à 2.270.

Ce bois ne donne que 0k.17 de charbon, qui, à raison de 6.880 par kilogramme, font 1.170 calories.

Ainsi le bois qui contient 2.270 calories donne par la carbonisation une quantité de charbon qui n'en renferme plus que 1.170, la perte est donc de 48 p. 0/0.

Ces deux causes, et la nécessité toujours croissante d'économiser le combustible, ont fait rechercher s'il ne serait pas possible d'employer pour la fabrication de la fonte et du fer, au lieu de charbon de bois, le bois à son état naturel, ou du moins après une carbonisation incomplète qui ne lui ferait perdre qu'une faible partie de sa valeur calorifique.

L'emploi du bois vert a été essayé dans un haut-fourneau de Russie, vers 1830, dans un haut-fourneau de Suisse et deux hauts-fourneaux d'Amérique, en 1834; et quoique les résultats économiques de ces essais fussent peu concluants, à cause de la trop grande quantité de charbon de bois que brûlaient auparavant ces fourneaux, il en est résulté du moins un fait important, la certitude de la possibilité métallurgique de l'emploi partiel de ce combustible, c'est-à-dire de la possibilité de développer dans les hauts-fourneaux le degré de température nécessaire, sans donner lieu aux accidents que l'on pouvait craindre.

Ce fait métallurgique une fois hors de doute, ou du moins à peu près certain, on pouvait espérer de l'emploi du bois une économie notable, si non d'argent, au moins de combustible, et il y avait à rechercher les conditions les plus favorables à cet emploi.

Des essais assez nombreux ont été faits en France depuis 1835, et il en est résulté, dans plusieurs usines, une pratique régulière et usuelle de l'emploi du bois vert.

En même temps, un des maîtres de forges les plus éclairés de la Franche-Comté, qui exploite dans cette contrée un très-grand nombre d'usines à fer, essayait d'employer le bois après lui avoir

enlevé, par une dessiccation préalable, l'eau hygrométrique qu'il renferme. Ces essais n'ont pas encore conduit, pour les hauts-fourneaux du moins, à une pratique tout à fait régulière, exempte de difficultés et d'accidents.

Enfin, à la même époque, MM. Houzeau-Muiron et Fauveau-Deliars faisaient dans les Ardennes l'essai et l'application d'un nouveau procédé de carbonisation opéré en vases clos, au moyen de la chaleur perdue du gueulard, et qui, faisant éprouver au bois une distillation bien moins avancée que celle qui a lieu en forêt, produit un combustible intermédiaire entre le bois desséché et le charbon de forêt. L'emploi de ce bois demi-carbonisé ou torréfié est devenu usuel, et s'est répandu déjà dans plusieurs usines, où il donne des résultats fort avantageux.

Ces procédés nouveaux sont d'une très-grande importance pour l'industrie du fer, et il importe de les faire connaître pour en propager l'emploi.

Les premiers essais de Suisse et d'Amérique ont été étudiés et décrits, à l'origine, par MM. Combes et Michel Chevalier; le procédé des Ardennes a été publié à l'origine par M. Virlet, et en dernier lieu décrit par M. Sauvage tel qu'il est pratiqué au fourneau d'Harraucourt. Il restait à étudier et à décrire l'emploi du bois vert en France, et l'emploi du bois desséché, à recueillir les derniers résultats de l'emploi du bois torréfié, enfin à coordonner et rapprocher les divers résultats, afin d'apprécier et de comparer les divers procédés.

M. le directeur général des ponts et chaussées et des mines a bien voulu me confier cette mission; pour la remplir, j'ai visité en octobre et no-

vembre 1837 toutes les usines dans lesquelles le bois a été essayé ou employé à ses divers états; je vais consigner ici le résultat de mes observations.

Partout j'ai trouvé, chez MM. les maîtres de forges, une obligeance extrême et presque toujours toutes les facilités désirables pour étudier leurs procédés et discuter les résultats qu'ils ont obtenus, je leur en fais ici mes remerciments.

Division.

Ce travail sera divisé en quatre parties relatives : la première au bois vert, la deuxième au bois desséché, la troisième au bois torréfié, la quatrième à la comparaison des trois procédés, et à l'appréciation de l'influence qu'ils peuvent exercer sur l'industrie du fer.

PREMIÈRE PARTIE.

DU BOIS VERT.

CHAPITRE Ier.

DÉCOUPAGE DU BOIS VERT.

Le bois vert est découpé de la même manière, qu'il soit destiné à être employé à cet état, ou qu'il soit destiné à être torréfié ; ainsi, ce chapitre est commun à l'emploi du bois vert et à l'emploi du bois torréfié ou demi-carbonisé.

Dimensions des bûchettes.

Le bois est généralement coupé en morceaux de 0m,13 à 0m,18 de longueur, et on ne refend que les bûches qui ont plus de 0m,1 de diamètre, de sorte que le bois taillis présente très-peu de morceaux à refendre.

Dans quelques usines la division est poussée plus loin : à Senuc, par exemple, la longueur est de 0m,16 pour le haut-fourneau, et de 0m,10 pour la forge, et on refend tous les morceaux qui ont plus de 0m,04 de diamètre.

Dans d'autres usines, au contraire, on a laissé aux bûches de plus fortes dimensions. Au haut-fourneau de Farincourt, on a d'abord mis du bois de 0m,15, puis de 0m20, puis de 0m30, et on a continué à avoir une bonne allure ; avec des bûches de 0m,60 de longueur, on a eu des chutes de minerai, et on est revenu à une longueur de 0m,15 à 0m,20.

Au haut-fourneau de Plons (Suisse), la longueur des bûches était de 0m,35 ; à Westpoint et Stockbridge (Amérique), de 0m,30 à 0m,60 ; à Sumbola (Russie), de 1m,40. Ces longueurs sont évidemment beaucoup trop grandes et ont plusieurs inconvénients, entre autres celui de faciliter les chutes de minerai en augmentant les vides laissés entre les bûches.

On peut admettre que, pour l'usage du haut-fourneau, le mieux est de donner aux bûches 0m,15 de longueur, et de refendre toutes celles dont le diamètre dépasse 0m,08 : pour la forge, la division doit être poussée un peu plus loin.

Rapport du volume du bois cordé à celui du bois découpé.

Pour l'emploi, le bois découpé est mesuré dans des rasses ou paniers d'osier, pareils à ceux dont on se sert pour le charbon ; dans ces rasses il n'est pas arrangé régulièrement, les bûchettes posées les unes sur les autres, mais il est jeté irrégulièrement comme le charbon. Ainsi mesuré, le bois découpé peut avoir un volume différent de celui du bois cordé d'où il provient.

Si le bois est droit et en gros morceaux, le découpage augmente le volume, parce que, entre les bûchettes entassées pêle-mêle, il existe plus de vide qu'entre les bûches dressées ; si, au contraire, le bois est petit et tortu, le découpage peut ne pas augmenter le volume et peut même le diminuer. Du reste, pour chaque espèce de

bois cette modification de volume dépend encore de la manière dont les bûches étaient dressées dans la corde, de la longueur de ces bûches et des dimensions des bûchettes qui en proviennent. Dans la plupart des usines on ne s'est pas occupé de cette modification de volume, et on s'est borné à constater par expérience combien la corde de bois dressé en forêt rend de rasses ou de paniers de bois découpé. Cette méthode est suffisante du point de vue économique ; cependant, il est nécessaire de connaître quel rapport existe entre le volume du bois découpé et le volume du bois cordé d'où il provient, soit afin d'apprécier les roulements des usines dans lesquelles la consommation serait indiquée seulement en volume de bois découpé, soit afin d'avoir les moyens de discuter et de vérifier les nombres qui, dans les autres, sont indiqués pour le rendement de la corde en rasses ou paniers.

Bois taillis.

Je vais citer divers exemples et expériences relatifs au taillis et au bois de haute-futaie.

A Farincourt, une corde de 90 pieds cubes, cordée en forêt, avait six mois après, cordée à l'usine et mieux dressée, 81 pieds cubes, et a donné 90 pieds cubes de bois découpé, à $0^{m},15$ ou $0^{m},20$ de longueur et non refendu.

A Brazey, une corde de 64 pieds cubes, cordée à l'usine, a donné 28 paniers de $2\frac{1}{2}$ pieds cubes l'un, soit 70 pieds cubes ou 109 p. 0/0 de bois de $0^{m},16$ de longueur, et non refendu. Ce bois avait été cordé à six mois de coupe, et mieux dressé qu'en forêt, de sorte qu'on admet que le bois découpé occupe le même volume que celui qu'il avait étant cordé en forêt.

D'après deux expériences faites à ma demande à la forge d'Oberbruck, par M. Stehelin :

1 corde de rondin noueux et tortu, très-bien dressée à l'usine, et cubant 112 pieds cubes, a rendu 119 pieds cubes de bois découpé en bûchettes de $0^{m},10$ de longueur, et refendues assez fin pour l'usage de la forge : soit 106 p. o/o.

1 corde du même bois, dressée comme on le fait en forêt, a rendu 115 pieds de bois découpé de la même manière : soit 102,6 p. o/o.

A Harraucourt, la corde de $3^{st.},11$, cordée en forêt, a donné pour moyenne d'une année $31\frac{2}{3}$ rasses de $0^{m.c.},11$ l'une, ou $3^{m.c.},8$: soit 112 p. o/o.

A Senuc, on admet que la corde de $2^{st.}$ de bois, cordée en forêt, donne de 23 à 24 rasses de $\frac{1}{10}$ de mètre cube l'une. J'admettrai 23, soit 115 p. o/o, et c'est encore beaucoup. Il est vrai que dans cette usine le bois est découpé plus menu que dans les autres ; et que d'ailleurs les bûches n'y ayant que $0^{m},70$ de longueur, s'y dressent mieux que dans les usines où elles ont une plus grande longueur.

On voit qu'il y a d'assez grandes variations dans ces rapports de volume, et ces variations viennent de la nature du bois, du soin avec lequel il est dressé, et des dimensions des bûches et bûchettes. En considérant le bois cordé en forêt (et c'est à cet état qu'il faut le considérer, puisque c'est à cet état que se rapportent les prix d'achat et les comparaisons à établir avec la quantité de charbon qu'il eût pu donner), on peut admettre en général que 100 de bois cordé, donnent de 100 à 110 de bois découpé en bûchettes de dimensions moyennes.

Du reste, dans ce mémoire j'admettrai, pour chaque usine, les nombres qui lui sont propres.

Bois de futaie. Les bois de futaie qui sont en très-gros quartiers, et surtout les bois résineux qui, en général parfaitement droits, se dressent avec beaucoup moins de vides que les autres bois, augmentent beaucoup de volume par le découpage.

D'après les essais que MM. de Dietrich ont bien voulu faire faire à ma demande dans leur usine de Jagerthal (Bas-Rhin), 4st. de gros quartiers de hêtre, cordés à l'usine, ont donné 5m.c. de bois découpé en morceaux de 0m.,16 de longueur et refendu, soit 125 p. 0/0; et 4st. de bois de pin, cordés à l'usine, découpés et refendus de même, ont donné 5m.c.,12 de bois découpé, soit 128 p. 0/0.

Moyens de découper le bois.

Le découpage du bois se compose de deux opérations, la fente et la division dans le sens de la longueur.

Fente. La fente se compose de deux parties : la première qui a lieu comme pour le bois de charbonnage, et qui s'opère en forêt sur les très-grosses bûches provenant des futaies ou des réserves; la seconde qui a lieu à l'usine, et est pratiquée sur les bûchettes.

La première se fait, comme à l'ordinaire, avec des coins et une masse; la seconde se fait à l'usine, à l'aide d'une petite hache à main. L'ouvrier chargé de cette opération travaille ordinairement assis par terre, et il fend les morceaux en les tenant verticalement d'une main, et frappant de l'autre avec la hachette. Je n'ai rien à dire de ces opéra-

tions, qui sont peu susceptibles de l'application d'une force mécanique.

La division, dans le sens de la longueur, s'opère avec la hache à main, la scie à main, la scie circulaire, la cisaille ou le hache-bois.

La hache à main a deux inconvénients; elle consomme beaucoup de main-d'œuvre, et de plus, pour tous les morceaux qui ne peuvent être coupés d'un seul coup, elle produit un déchet considérable à cause des copeaux qui sortent de l'entaille. Hache à main.

La hache à main est encore employée dans les usines d'Harraucourt et de Vendresse.

La scie à main dépense autant de main-d'œuvre que la hache à main; et comme il n'y a qu'un petit nombre de bûches qui puissent être coupées d'un seul coup, elle fait moins de déchet que la hache. Scie à main.

La scie à main est encore employée dans les usines de Fallon, Saint-Loup, Mutterhausen.

Du reste, ces deux modes de travail sont évidemment défavorables, ils ne doivent être employés que pour essai, et doivent être remplacés par des moyens mécaniques aussitôt que l'emploi du bois est arrivé à l'état de pratique usuelle.

La scie circulaire est l'instrument le plus répandu, voici comment elle est établie: Scie circulaire.

Elle est montée verticalement, et tourne autour d'un axe horizontal qui reçoit le mouvement d'une roue hydraulique, au moyen de courroies qui s'enroulent sur une série de tambours de diamètres différents, de manière à donner à la scie la vitesse convenable.

A la hauteur de l'axe de la scie règne un tablier un peu incliné qui est en bois ou en fonte, et qui

laisse passer au-dessus de lui la moitié seulement de la circonférence de la scie.

L'ouvrier saisit la bûche à scier et la présente, en la tenant des deux mains, par l'extrémité la plus éloignée du trait de scie, et l'avançant à mesure que ce trait s'approfondit.

Quand le trait de scie est achevé, la petite bûchette tombe le long du tablier incliné, et l'ouvrier recommence en présentant la bûche à un point convenable, dont il estime la position à vue d'œil. On pourrait donner aux bûchettes une longueur tout à fait uniforme en faisant buter la bûche contre le rebord du tablier; mais on ne le fait pas, parce que cette régularité est inutile, et parce que cette disposition empêcherait la bûchette de tomber d'elle-même aussitôt qu'elle est détachée.

Quand le diamètre ou l'épaisseur de la bûche est presqu'aussi considérable que la hauteur dont la scie s'élève au-dessus du tablier, c'est-à-dire que le rayon de la scie, un seul trait ne peut suffire pour couper la bûche, et alors l'ouvrier la retourne et la présente de l'autre côté dans le prolongement du trait de scie déjà ouvert.

Diamètre de la scie. Le diamètre de la scie est généralement de $0^m,40$, et ce diamètre est très-convenable, car il suffit pour scier d'un seul trait la presque totalité des rondins de taillis. Un diamètre plus grand aurait deux inconvénients, car comme il aurait pour conséquence nécessaire l'augmentation de l'épaisseur de la scie, et par suite de la largeur du trait de scie, il entraînerait une plus grande consommation de force motrice et un plus grand déchet. J'ai vu des scies circulaires de $0^m,60$ de diamètre appliquées à cet usage; cet emploi est très-mau-

vais pour le taillis, et convient à peine pour les grosses bûches; car le plus souvent il y aura moins d'inconvénient à perdre un peu de temps pour retourner la bûche et la présenter successivement de deux côtés opposés, qu'il n'y en aura à augmenter la dépense de force motrice et le déchet.

Le travail de la scie et l'économie de main-d'œuvre qui en résulte croissent avec sa vitesse, mais ne croissent pas proportionnellement à cette vitesse; dans le total du temps nécessaire pour scier une bûche il y a bien une partie qui décroît proportionnellement à l'augmentation de vitesse, c'est la partie pendant laquelle le sciage s'opère, mais il y en a une autre qui reste constante, c'est celle pendant laquelle l'ouvrier saisit le bois et le présente à la scie. Vitesse de la scie.

Pendant cette période, où la scie tourne à vide, elle ne peut, à défaut de volant, emmagasiner toute la force, et elle la dépense en accélération de vitesse; pour cette raison, et aussi à cause du plus grand nombre des transmissions de mouvement, l'effet utile du moteur décroît à mesure que la vitesse augmente.

D'après cela, pour économiser la main-d'œuvre, il faut donner à la scie une grande vitesse; pour économiser la force motrice, il faut lui donner une faible vitesse.

La main-d'œuvre étant toujours plus chère que la force motrice, les grandes vitesses doivent être adoptées, autant toutefois que le comporte la force disponible du moteur.

En général, les scies ont été placées sur la roue hydraulique de la soufflerie des hauts-fourneaux, dans quelques usines pourtant on a établi des

roues spéciales, ainsi à Senuc, les Bièvres, et Montblainville. Il sera presque toujours plus économique de placer les scies sur le moteur de la soufflerie, mais pour cela il conviendrait dans la plupart des usines d'augmenter la force de ce moteur, qui est généralement insuffisant plutôt qu'il ne présente un excès de force disponible.

L'établissement des scies sur les roues hydrauliques des souffleries n'a pas permis, le plus souvent, de leur donner la force motrice nécessaire et par suite la vitesse convenable. Voici quelle est cette vitesse dans diverses usines pour des scies de $0^{m},40$ de diamètre.

Au haut-fourneau de Breurey 400 tours par minute, à Massevaux 600, à Senuc 1.400, à Etravaux 1.500, à Montblainville 2.000, à Trécourt et Baumotte 3.000.

Travail de la scie. Ces grandes différences de vitesse entraînent avec elles des différences de travail et par suite de main-d'œuvre; mais, comme je l'ai dit, ces différences sont bien loin d'être proportionnelles aux différences de vitesse.

On peut admettre qu'avec une vitesse moyenne de 1.500 tours par minute, une scie circulaire de $0^{m},40$ de diamètre débite en 24 heures 20 stères de bois cordé, en morceaux de 16 centimètres de longueur.

Ainsi, pour un haut-fourneau qui ne consommerait que du bois, soit vert soit torréfié et qui, faisant 3 tonnes (1) de fonte par jour, consommerait 36 stères de bois, à raison de 12 stères par tonne, il faudrait deux scies, et il conviendrait

(1) J'appellerai tonne les 1.000^{k}.

d'en avoir une troisième pour rechange. Dans quelques usines il n'y a qu'une scie circulaire, parce qu'elles n'emploient pas uniquement du bois, il y en a 2 dans les hauts-fourneaux qui en emploient une forte proportion ou la totalité.

Pour présenter le bois à la scie il ne faut qu'un homme par poste, soit deux pour les 24 heures. Chaque homme est assisté d'un ou deux enfants qui lui donnent les bûches et remplissent les paniers de bois découpé ou le portent aux fendeurs (1).

Force motrice employée par la scie.

Aucune expérience n'a été faite sur la quantité de force motrice consommée par les scies circulaires adoptées depuis quelque temps dans les usines à fer.

Il n'existe même qu'un très-petit nombre d'expériences sur les scies circulaires employées ailleurs au sciage des bois de charpente, toutefois de quelques expériences qui ont été faites sur ces dernières on peut, par analogie et approximativement, conclure qu'une scie circulaire établie comme il vient d'être dit, c'est-à-dire de $0^{m},40$ de diamètre faisant 1.500 tours par minute, et débitant du bois vert d'essences mêlées, avec une largeur de trait de scie de 4 millimètres environ, exige un moteur dont la force disponible soit de 6 dixièmes de cheval mécanique (un cheval mécanique représente la force nécessaire pour élever en une seconde un poids de 75 kilogrammes à une hauteur de 1 mètre) (2).

(1) Avec la scie à main un ouvrier ne pourrait débiter en douze heures en morceaux de $0^{m},16$ que 3 à 4 stères, avec la scie mécanique il en fait 10, soit environ trois fois plus.

(2) Des données d'une expérience rapportée par M. Morin

Cette force motrice est peu considérable; aussi dans la plupart des hauts-fourneaux a-t-on placé une et même deux scies sur la roue de la souffle-

---

(*Aide-Mémoire de mécanique-pratique*, pag. 292), on conclut qu'un moteur, dont la force disponible est d'un cheval mécanique, est susceptible, avec une scie circulaire de $0^{m},70$ de diamètre, de scier en une heure une surface de $3^{m.c.}$, dans du chêne d'un an de coupe, ou une surface de $6^{m.c.}$ dans du sapin sec, en appelant dans les deux cas surface de sciage l'étendue de l'une des surfaces seulement du trait de scie.

Cette expérience est, en fait de scies circulaires de cette sorte, la seule je crois qui ait été publiée, et qui mérite confiance.

Si maintenant on remarque d'une part que le bois de cette expérience était sec, et que le trait de scie, dont la largeur n'est pas indiquée, devait avoir environ 5 à 6 millimètres, tandis qu'avec les scies de $0^{m},40$ de diamètre dont il s'agit ici, l'épaisseur de la lame n'est que de 2 à 2 ½ millimètres, et la largeur du trait de scie de 4 millimètres, deux circonstances qui tendent à augmenter la puissance nécessaire pour le sciage ; d'autre part, que les scies ne faisaient que 240 à 270 tours par minute, de sorte qu'elles perdaient par les frottements des communications de mouvement beaucoup moins de force motrice que les scies de forges qui font terme moyen 1.500 tours; on pourra admettre que pour le bois vert d'essences mêlées, tel qu'il est employé dans les usines à fer, un moteur, dont la force disponible est d'un cheval, peut scier environ $4^{m.c.}$ de surface par heure.

Cela posé, quelle est la surface sciée par heure par la scie circulaire des usines?

Soit une scie, sciant par 12 heures 10 stères de bois taillis.

Ces 10 stères de bois cordé font, à raison d'environ 42 p. 0/0 de plein, $4^{m.c.},2$ de bois supposé compacte sans vides et sans intervalles. Ce bois a $0^{m},80$ de longueur; ainsi, en le supposant en un seul bloc de $0^{m},80$ de longueur, la section transversale du bloc serait de $\frac{4^{m.c.},2}{0,8}$ ou $5^{m.c.},25$.

Sur la longueur de $0^{m},80$ on fait quatre traits de scie,

rie ; mais comme ces souffleries sont en général trop faibles et n'ont guère que de 3 à 6 chevaux de force, il est arrivé quelquefois qu'elles n'ont

---

ce qui fait cinq morceaux de $0^{m.c.}$,16 de longueur, la surface d'un trait de scie est de $5^{m.c.}$,25 ; ainsi les quatre traits font 21^{m} carrés.

Ainsi la scie circulaire scie en douze heures 21^{m} carrés de surface, soit par heure $1^{m.c.}$,75, et à raison de $4^{m.c.}$ par force de cheval et par heure, elle exige un moteur, dont la force disponible soit de $33^{k\times m}$.

Ceci suppose que la scie travaille toujours, ou que pendant les instants de repos, c'est-à-dire pendant ceux où elle tourne à vide, elle emmagasine la force pour la dépenser ensuite. En fait, il n'en est pas ainsi ; une scie qui fait 1.500 tours travaille environ pendant les trois quarts du temps, et l'autre quart est employé par la manœuvre de l'ouvrier qui saisit et présente le bois, et comme il n'y a pas de volant, pendant cette période la force ne s'emmagasine pas, et elle s'use en grande partie par l'excédant de frottement résultant de l'accélération de vitesse.

D'après cela, pour avoir la force réellement dépensée, il faut ajouter au résultat ci-dessus un tiers de son chiffre, soit alors en tout $44^{k\times m}$, ou 6 dixièmes de cheval.

Ainsi on peut admettre qu'une scie circulaire bien établie de 0^{m},40 de diamètre, faisant environ 1.500 tours par minute, et sciant du bois taillis vert, exige un moteur dont la force disponible soit de 6 dixièmes de cheval.

Nous avons vu que cette scie fait en douze heures environ le triple du travail que ferait un homme travaillant à la scie à main, tandis que la force disponible de cet homme, répartie sur douze heures, n'est que de $4^{k\times m}$, ou le dixième de celle de la scie. Cette différence provient de ce que la scie mécanique perd, par les frottements des communications de mouvement, beaucoup de la force du moteur; de ce que, pendant qu'il saisit et arrange le bois, l'homme se repose, tandis que pendant ces instants la scie mécanique, tournant à vide, dépense encore de la force ; surtout enfin de ce que le trait fait par la scie mécanique est beaucoup plus large que celui de la scie à main, qui n'est que d'environ 2 millimètres.

pu permettre cet emprunt, et qu'on n'a pu donner aux scies qu'une vitesse de 600 et même de 400 tours par minute, afin de ne pas trop diminuer la puissance soufflante.

Lors donc qu'on voudra établir une ou deux scies pour le service d'un haut-fourneau, il faudra compter sur une force nécessaire de 6/10ᵉ ou 12/10ᵉ de cheval et voir si la roue de la soufflerie peut se prêter à cet emprunt, et dans le cas contraire établir une roue spéciale, ou plutôt améliorer la roue de la soufflerie pour augmenter sa force.

La plupart des souffleries, et surtout des roues de soufflerie, étant très-mal construites, il n'y a guère d'usine en France où une amélioration du système et de l'exécution de ces roues ne puisse augmenter leur force de la quantité nécessaire pour donner le mouvement à deux ou trois scies circulaires.

Dans le très-petit nombre d'usines où cet emprunt ne pourrait être fait à la roue de la soufflerie convenablement améliorée, ou être demandé à une roue hydraulique spéciale par suite de l'insuffisance du cours d'eau, il faudrait, pour employer le bois, soit le découper à la main, soit plutôt prendre la force motrice nécessaire à une machine à vapeur, dont les chaudières seraient chauffées par la chaleur perdue du gueulard, et qui pourrait en même temps venir en aide à la roue de la soufflerie ou même la remplacer complétement.

Déchet de la scie

Le déchet produit par la scie mécanique est assez considérable.

Une scie de $0^m,40$ de diamètre (et il est impossible d'avoir un diamètre moindre) a une épaisseur de 2 à 2 1/2 millimètres, et fait un trait de scie dont la largeur est de 4 millimètres : or

une bûche de 0m, 80 de longueur, recevant 4 traits pour être divisée en 5 bûchettes de 0m,16 de longueur, cela fait une longueur totale de 16 millimètres enlevée par la scie et réduite en poussière : cette longueur est de 2 p. 0/0 de la longueur totale, et par suite le déchet ou la perte en poids, comme en volume, est de 2 p. 0/0. Si la division du bois est poussée plus loin, et si, comme il convient pour la forge, les bûchettes n'ont que dix centimètres de longueur, il y aura 7 traits de scie par bûche, soit 28 millimètres ou 3 1/2 p. 0/0 de perte.

Ce déchet est assez considérable, aussi convient-il, pour le diminuer aussi bien que pour économiser la main-d'œuvre, de ne pas pousser la division du bois au delà des limites dont l'expérience a fait reconnaître la nécessité (1).

Le désir d'éviter le déchet du sciage a fait imaginer des instruments qui, tranchant au lieu de déchirer, se fraient un passage à travers le bois en le refoulant et ne produisant aucun déchet. **Cisaille.**

Il y a deux instruments de cette sorte, la cisaille, et le hache-bois.

---

(1) M. Berthier pense qu'on pourrait utiliser la sciure en l'employant en guise de poussière de charbon à la réduction du minerai. On mélangerait, par voie humide, le minerai, la castine et la sciure, et on en ferait de petites briquettes qu'on jetterait dans le fourneau après les avoir concassées. Cette opération, qui coûterait très-peu de main-d'œuvre, aurait le grand avantage de rendre la réduction des minerais plus prompte et plus complète, de sorte qu'elle augmenterait le rendement des minerais, et permettrait d'augmenter la production du fourneau par les modifications propres à accélérer la descente des charges : en outre elle préviendrait les chutes de minerai dans les fourneaux qui présentent cet accident.

A l'usine d'Etravaux on a établi une cisaille mue par une roue hydraulique, et qui, semblable aux cisailles à fer et à tôle, n'en diffère que parce qu'elle est moins forte et plus légère. Sous cette cisaille on passe seulement les petits brins qui n'ont pas plus de 3 à 4 centimètres de diamètre et elle les coupe avec une extrême facilité sans ralentissement dans sa marche. Les plus petits lui sont présentés deux à deux et même trois à trois, juxta-posés.

Elle bat de 100 à 150 coups par minute, et ne fait en 24 heures que la moitié environ de ce que fait la scie mécanique, soit 10 stères. Le bois lui est présenté par un enfant, tandis que la scie exige un homme à cause du mouvement de trépidation assez fatigant qu'elle imprime à la bûche. Le salaire de l'enfant étant à peu près la moitié de celui de l'homme, la main-d'œuvre de découpage, au moyen de la cisaille, est à peu près la même qu'avec la scie, mais la cisaille ne fait pas de déchet, et de plus il faut remarquer que quand on passe à la scie ces petits brins, elle fait moins d'ouvrage qu'avec les rondins, à cause du temps perdu par l'ouvrier pour les rassembler, afin de les lui présenter deux à deux ou trois à trois.

Hache-bois. M. Boisson, maître de forges à Pont-sur-l'Oignon, a imaginé un instrument qu'il nomme hache-bois, et qu'il destine au découpage des rondins de bois taillis de toutes dimensions.

Cet instrument se compose d'un volant en fonte d'environ $2^{m},50$ de diamètre, portant aux deux extrémités de l'un de ses diamètres deux couteaux en acier, qui, par l'effet du mouvement de rotation rapide du volant couperont les rondins qui

leur seront successivement présentés en un point fixe d'un châssis placé à hauteur du centre.

J'ai vu un hache-bois de cette sorte qui allait être établi à l'usine de Brazey ; mais comme cet instrument n'a encore été à ma connaissance employé en grand dans aucune usine, je ne puis en dire rien de positif.

En le jugeant par induction, on doit lui reconnaître le grand avantage de ne pas faire de déchet ; mais on doit craindre qu'agissant en quelque sorte par choc il ne consomme, à travail égal, plus de force motrice que la scie circulaire. Ce dernier inconvénient, s'il existait, serait grave, et nuirait à la propagation de l'instrument, parce que, dans l'état actuel des usines à fer, la force motrice dont elles disposent est à peine suffisante.

Frais de découpage du bois vert.

A Harraucourt, où le bois est coupé à la hache à main en morceaux de 16 à 19 centimètres, et n'est jamais refendu, les ouvriers reçoivent à prix fait $2^{fr.},40$ par corde de 3 st. soit $0^{fr.},77$ par stère. Pour ce prix les ouvriers prennent le bois à la pile, le scient, remplissent les rasses et les portent à 10^{m} ou 20^{m} de distance au pied du pont qui conduit au gueulard. Découpage à la main.

A Vendresse le bois est coupé de même, et les ouvriers reçoivent le même prix pour le même travail ; ils portent de même le bois de la même distance au pied du treuil qui l'élève au gueulard.

Pour des usines où la pile de bois serait plus éloignée du fourneau, il faudrait ajouter les frais de transport, et de plus, si le bois était refendu, il faudrait ajouter les frais de refente.

Voici le détail des frais de découpage au moyen de la scie mécanique.

Découpage à la scie mécanique.

Apporter le bois de la pile à la scie, et de la scie au haut du gueulard. Les frais de ces opérations sont variables d'une usine à l'autre, avec les dispositions de l'emplacement, suivant la distance de la pile à la scie, la distance de la scie au gueulard, et suivant que le gueulard est accessible ou non aux voitures.

Le maximum de ces frais correspond au cas où les scies sont placées sur une roue spéciale éloignée du fourneau, et où le gueulard est inaccessible aux voitures, le minimum correspond au cas où les scies sont placées sur les roues de la soufflerie, presque au niveau du gueulard et accessibles aux voitures. Je supposerai le terme moyen où les scies étant placées au pied du fourneau, il faudra une voiture pour apporter le bois de la pile à la scie, et deux hommes pour l'élever du pied du fourneau au gueulard.

Une voiture attelée d'un cheval suffit pour amener chaque jour 40 stères de bois de la pile aux scies (1). Il faut deux hommes pour charger, décharger et conduire : les deux hommes à $1^{fr},50$, coûtent 3 fr., le cheval et la voiture 2 fr., soit 5 fr. pour 40 stères, c'est par stère $0^{fr},125$, deux hommes élèvent ensuite, à l'aide d'un treuil, les rasses de bois découpé depuis le pied du fourneau jusqu'au gueulard (2), à 3 fr. pour les deux et

---

(1) Ces $40^{st.}$ pèsent 15.000^{k}, à 360^{k} l'un, ainsi c'est 15 voyages pour le cheval, et à 40 minutes par voyage, il est attelé dix heures : la distance des scies à la pile n'est que de 100^{m}, environ.

Ce travail est ainsi fait à l'usine de Senuc, $40^{st.}$ sont la consommation journalière de l'usine.

(2) 15.000^{k} à élever à 8^{m} de hauteur, font $120.000^{k}\times^{m}$; or, un homme agissant sur une manivelle, peut produire

pour les 40 stères cela fait par stère $0^{fr.},075$, en tout pour ces 2 opérations $0^{fr.},20$ par stère.

Scier, fendre et remplir les rasses. A Massevaux où la scie ne fait que 600 tours, où on coupe en morceaux de $0^{m},16$ à $0^{m},19$, et où on ne refend pas, on paye aux ouvriers à prix fait pour scier, remplir les rasses et les approcher de quelques mètres, 5 centimes par panier de $0^{m.c.},137$ de bois découpé qui provient de $0^{st.},137$ de bois cordé, soit par stère $0^{fr.},365$.

A Montblainville, où les scies font 2.000 tours, où les bûchettes ont 16 centimètres de longueur et sont peu refendues, on paye à prix fait 3^{c} 3/4 par panier, dont le stère donne 12; ainsi c'est par stère cordé 0,45 pour scier et fendre.

A Senuc le sciage se fait à la journée. Une scie faisant 1.400 tours scie en 12 heures 10 stères de bois en morceaux de 16 centimètres de longueur. Elle est servie par 1 homme à $1^{fr.},50$ et un enfant à $0^{fr.},60$ par jour, en tout $2^{fr.},10$ pour 10 stères, soit $0^{fr.},21$ par stère pour le sciage seulement. Le bois est ensuite refendu, comme je l'ai déjà dit, il est fendu très-menu; cette opération se fait à prix fait à raison de 4^{c} par rasse, dont 11 $\frac{1}{2}$ proviennent de 1 stère cordé, soit $0^{f.},46$ par stère cordé pour prendre le bois au pied de la scie, le fendre et remplir les rasses. Un bon fendeur fend par jour 40 à 45 rasses, soit un peu moins de 4 stères : les 2/3 environ du bois sont fendus.

---

journellement 150.000$^{k}\times^{m}$ d'effet utile ; ainsi, on voit que l'homme chargé de cette besogne n'est pas trop fatigué, d'autant plus qu'il alterne avec celui qui est en bas.

A Vendresse et à Senuc, ce travail est ainsi fait par deux hommes.

Ainsi à cette usine le prix total du sciage et de la fente est de $0^{fr.},67$ par stère cordé, mais il ne faut pas oublier que dans ce prix la fente entre pour les deux tiers, et qu'elle est poussée beaucoup plus loin que dans les autres usines.

Ainsi, les frais de sciage et de fente varient de 37 à 67 centimes par stère de bois cordé : on peut admettre, terme moyen, 45 centimes.

Intérêt du capital de premier établissement, et entretien des scies. L'établissement d'une scie sur la roue hydraulique de la soufflerie coûte 1.000 fr. environ. S'il fallait une roue hydraulique spéciale et un bâtiment particulier, la dépense serait plus forte, et peut-être évaluée à 2.000 fr.

L'intérêt de cette somme, les frais d'entretien et d'éclairage de la scie peuvent être annuellement de 300 fr. au plus; la scie fait 20 stères par 24 h., soit 6.000 stères par an pour 300 jours d'activité; cela fait par stère $0^{fr.},05$.

En résumé, les frais de découpage du bois à la scie mécanique, s'élèvent par stère de bois cordé à $0^{fr.},70$, terme moyen, savoir :

	fr.
Transport du bois de la pile à la scie et de la scie au gueulard.	0,20
Sciage et fente.	0,45
Intérêt du capital de 1er établissement et entretien des scies.	0,05
	0,70

Ce chiffre forme le total des frais de découpage du bois; il n'y a à y ajouter aucun frais de halle ou de magasin, car ce bois est du bois abattu dans l'année, amené autant que possible, c'est-à-dire pendant une partie de l'année, journellement de

la forêt à l'usine, et pendant le reste du temps empilé à l'air libre dans la cour de l'usine, pour être découpé à mesure de la consommation.

CHAPITRE II.

EMPLOI DU BOIS VERT DANS LES HAUTS-FOURNEAUX.

Le bois vert est employé en France dans les hauts-fourneaux de :

Massevaux, Betaucourt, St-Loup, Fallon, Etravaux et Farincourt.

Il a été essayé dans ceux de Loulans et de Clerval.

Plus récemment son emploi a été introduit dans ceux de Vellexon et de Breurey, c'était au mois d'octobre 1837, à l'époque où j'ai visité ces fourneaux, et je n'en connais pas les résultats.

Je passerai successivement en revue chacune de ces usines, puis je rappellerai sommairement les résultats qui ont été obtenus dans les usines de Plons, Sumbola et Westpoint.

Voici d'abord quelques généralités sur la manière dont les consommations seront présentées, et sur le remplacement du charbon par du bois.

1° *Consommation de charbon.*

Toutes les consommations de charbon qui sont indiquées sont en charbon mesuré et pesé à la sortie de la halle, c'est-à-dire après le déchet de halle.

Cette distinction est nécessaire surtout pour les indications en volume, car entre le volume qui

entre dans la halle et celui qui en sort, il y a une différence assez considérable. Cette différence est due au *fraisil* qu'on n'emploie pas, et au menu qui se loge dans les interstices des gros morceaux; elle constitue le déchet en volume qui est assez variable d'une usine à l'autre, et qu'on peut, terme moyen, évaluer à 12 p. 0/0.

Le déchet en poids est beaucoup moindre.

Dans presques toutes les forges la consommation de charbon est seulement mesurée et n'est pas pesée; cette méthode est conservée par les maîtres de forges, parce qu'elle est plus commode pour eux; et d'ailleurs pour une usine déterminée elle est à peu près aussi exacte que le pesage. Mais pour comparer une usine à l'autre il est nécessaire de considérer les poids, afin de tenir compte des différences des essences employées. Pour ces raisons, j'indiquerai toujours les volumes et les poids (1).

---

(1) Dans la plupart des forges de France on a l'habitude de n'avoir pas les mêmes mesures pour la réception du charbon à la halle et pour la sortie de ce charbon, c'est-à-dire pour la consommation. Les mesures ont bien le même nom, mais leur capacité est différente, et la mesure d'entrée est plus grande ou plus remplie que la mesure de sortie. Cette différence a pour but de compenser le déchet de halle, de sorte qu'à l'inventaire il se trouve égalité entre le nombre de mesures entrées et le nombre de mesures sorties. Le plus souvent cependant cette différence est plus que suffisante pour établir cette compensation, et il en résulte un boni de halle. Le nombre d'usines où il existe ainsi un boni est très-considérable, et cette habitude provient à la fois de deux causes : le désir qu'ont les directeurs ou commis de présenter à l'inventaire un boni plutôt qu'un déficit, et en outre la tendance qu'ils ont à aggrandir la contenance de la mesure de réception, parce que c'est

2° *Consommation de bois.*

Les consommations de bois cordé que j'indiquerai seront toujours en bois cordé dans la forêt au moment de la façon, c'est-à-dire immédiatement après l'abattage.

C'est à cet état qu'il faut considérer le bois, eu égard à ses prix et aux comparaisons à établir avec la quantité de charbon qu'il pourrait fournir par la carbonisation.

Ce même bois, cordé à l'usine après 6 mois ou un an de coupe, n'aurait plus le même volume, même à dressage pareil, parce que la dessiccation aurait déjà fait subir aux bûches une contraction sensible.

3° *Rapport des quantités de chaleur contenues dans le bois vert et dans le charbon.*

Pour remplacer dans les hauts-fourneaux une partie du charbon de bois par du bois vert, il est

---

ordinairement à cette mesure que se payent les frais de carbonisation et de transport.

Cette manière d'agir augmente les difficultés qu'on éprouve dans les usines à apprécier avec exactitude, même à l'aide des livres de roulement et de charbonnage, le rendement du bois à la carbonisation, le déchet de halle et la consommation réelle de bois.

On peut assez généralement admettre que le bois de taillis rend à la carbonisation 33 p. 0/0 en volume à l'entrée de la halle, et 29 à la sortie; ce qui met le déchet de halle à 12 p. 0/0 de la quantité entrée.

Les petits bois et ceux qui ont crû en de mauvais terrains, et qui par suite ne sont pas droits, ne rendent souvent que 28 à la sortie, et par contre les bois de réserve de 30 à 40 ans rendent 30 et même 32. La haute futaie rend davantage encore, et les bois résineux rendent jusqu'à 60 p. 0/0.

nécessaire de connaître d'avance le rapport des quantités de chaleur qu'ils contiennent à poids ou à volumes égaux afin de déterminer approximativement par quelle quantité de bois il convient de remplacer le charbon supprimé, et afin de se diriger dans les essais à faire pour cette substitution.

Je présenterai ce rapport à volume égal, parce que dans les forges ces deux combustibles sont seulement mesurés.

Soit d'abord du bois taillis contenant $\frac{3}{4}$ d'essences dures.

Le stère de ce bois, qui, à 2 ou 3 mois de coupe, pèse environ 380k. et contient 34 p. % de carbone, renferme 129k.,2 de carbone qui représentent sa valeur calorifique.

Le découpage lui fait perdre environ 3 p. % de son poids, il reste donc 125k.,4.

Le mètre cube de charbon de forêt, provenant de ce bois, pèse à la sortie de la halle environ 220k., et à 88 p. % il contient 193k.,8 de carbone qui représentent sa valeur calorifique.

Ainsi donc 1 stère de ce bois a autant de valeur calorifique, c'est-à-dire peut développer autant de chaleur que 0m.c.,648 du charbon qui en provient.

Soit de même du bois taillis contenant $\frac{1}{5}$ d'essences dures.

Le stère de ce bois, qui, à 2 ou 3 mois de coupe, pèse environ 340k., et contient 34 p. % de carbone, renferme 116k.,6 de carbone.

Le découpage lui en fait perdre 3 p. % il reste 112k.,2.

Le mètre cube de charbon qui provient de cette espèce de bois pèse à la sortie de la halle 200k., et à 88 p. % il renferme 176k. de carbone.

Ainsi un stère de ce bois peut développer autant de chaleur que $0^{m.c.},637$ du charbon de forêt qui en provient.

Généralement pour ces bois taillis, qui, à 2 ou 3 mois de coupe, rendent à la carbonisatien en forêt 29 p. % en volume et 17 p. % en poids de charbon mesuré et pesé à la sortie de la halle, 1 stère de bois cordé en forêt, peut dévolopper autant de chaleur que $0^{m.c.},64$ du charbon qui provient de cette espèce de bois (1).

Ces bois représentent la presque totalité des bois de charbonnage employés en France.

Ainsi le maximum de la quantité de charbon qu'on puisse remplacer par 100 parties de bois en volume est de 64 parties de charbon.

Pour les bois de haute futaie, et surtout pour les bois résineux, le rapport serait très-différent.

Pour qu'on pût atteindre ce maximum, il faudrait, d'une part, que l'expulsion de l'eau hygrométrique contenue dans le bois n'enlevât aucune portion de chaleur qui pût être utilisée dans le fourneau; d'autre part, que toutes les parties du bois fussent aussi bien brûlées et utilisées dans le

---

(1) a Poids du stère de bois à 2 ou 3 mois de coupe.

Ce stère contient $0,34 \times a$ de carbone, et après le déchet de sciage $0,332 \times a$.

Il donne en charbon $0^{m.c.},29$, pesant $0,17 \times a$.

Ainsi le m. c. de charbon pèse $\frac{0,17 \times a}{0,29}$; il contient $\frac{0,88 \times 0,17 \times a}{0,29}$ de carbone.

Le volume de ce charbon, qui contient autant de carbone que 1 stère de ce bois, est donc de $\frac{0,332 \times a \times 0,29}{0,88 \times 0,17 \times a}$, ou de $0^{m.c.},634$.

fourneau que le sont celles du charbon. D'un côté il est probable, comme nous le vérifierons plus tard par la comparaison du bois vert et du bois desséché, que l'expulsion de l'eau hygrométrique se fait seulement à l'aide de la chaleur perdue qui existe dans les parties supérieures de la cuve, de sorte qu'il ne doit pas y avoir lieu de tenir compte de cette cause de diminution d'effet; mais, d'un autre côté, il est certain que les parties combustibles du bois sont plus incomplétement brûlées dans les hauts-fourneaux que ne le sont celles du charbon, car, dans tous les fourneaux qui emploient du bois, la flamme du gueulard est augmentée, ce qui indique une augmentation dans la proportion des gaz combustibles qui viennent s'allumer au gueulard.

Pour cette raison, le maximum de 64 ne peut être atteint.

Il est bon de connaître cette limite, car dans plusieurs fourneaux on a fait des essais de bois, en substituant à du charbon une quantité insuffisante de bois; par exemple, en remplaçant du charbon par volume égal de bois, sans diminuer la charge de minerai, et il en est résulté de mauvaises allures qu'il ne fallait pas attribuer au bois, mais seulement à l'insuffisance de la quantité qu'on employait en remplacement d'une quantité donnée de charbon.

Haut-fourneau de Massevaux.

Le haut-fourneau de Massevaux est situé aux portes de la petite ville de ce nom, dans le département du Haut-Rhin; il est exploité par MM. Stehelin.

Minerai. Le minerai est un peroxide de fer anhydre qui provient des terrains de transition, il est assez

généralement pur, cependant il contient quelquefois du sulfate de baryte. Il est débourbé à la mine, grillé à l'usine dans une espèce de four à réverbère, où il est chauffé par la flamme perdue du gueulard, qui ne fait guère que le calciner, attendu qu'elle n'est pas rendue oxidante; puis cassé, lavé et employé immédiatement après en morceaux, dont la grosseur moyenne est celle d'un œuf, et qui sont mélangés de menu et même de poussière. A ce minerai on ajoute une petite partie ($\frac{1}{6}$ du volume total) d'un minerai de nature différente, qui est un calcaire ferrugineux très-pauvre, dont le rendement est estimé à 10 p. 0/0, et qui sert de fondant. Ce calcaire est un peu coquillier, et par suite phosphoreux.

Le mélange de minerai, tel qu'il est employé, pèse 1.600$^{k.}$ le mètre cube, et rend, terme moyen, 36 p. 0/0.

La mesure de consommation est le cuveau de 5 pieds cubes anciens, soit 171 litres, composé de 10 conges.

Scories de forge.

Depuis quelques années on emploie avec succès les scories de forge en assez forte proportion.

Elles n'ont en rien dérangé l'allure du fourneau, et n'ont altéré ni la nature ni la qualité de la fonte, quoique ce soit de la fonte pour seconde fusion; de sorte que leur emploi est fort économique, eu égard surtout au haut prix du minerai dans cette localité.

Ces scories viennent en partie de la forge d'Oberbruck, dépendance du haut-fourneau de Masevaux, et sont en partie achetées aux forges du voisinage; elles proviennent, soit du travail actuel, soit des amas de scories des anciens travaux.

Elles sont principalement composées des scories coulantes qui sortent par le chio du feu d'affinerie; cependant il s'y trouve mélangé une quantité variable de sorne, scorie qui se solidifie au fond de ce même feu, et qui empâte une assez forte proportion de fer non soudé. Ces sornes sont beaucoup plus riches que les scories coulantes, et leur richesse est très-variable.

Le mètre cube de scories coulantes pèse de 1.700 à 1.750k, et on peut admettre que le mètre cube de mélange de scories coulantes et de sorne, tel qu'il est employé, pèse, terme moyen, 1.850k.

Ces scories ont d'abord été employées en faible proportion, et on a augmenté progressivement cette proportion à mesure qu'on a reconnu qu'elles étaient sans inconvénient; la proportion à laquelle on s'est arrêté depuis quelque temps, est de 1 conge 1/4 pour 5 conges 3/4 de minerai, soit 18 p. 0/0 du volume total, et 20 p. 0/0 du poids total, sans qu'on sache positivement si une plus forte proportion serait nuisible.

Le mélange de scories et de minerai, tel qu'on l'emploie, rend 40 p. 0/0.

En retranchant de la production totale de fonte celle qui est due au minerai seul, dont le rendement moyen est bien connu, on trouve que le rendement des scories est d'environ 58 p. 0/0 (1).

---

(1) Avant l'emploi des scories le cuveau de minerai, de 5pi.c. anciens, pesant 275k, rendait, terme moyen, 100k de fonte (soit 36,6 p. 0/0). Maintenant le même cuveau, contenant le minerai et les scories, mélangés dans les proportions ci-dessus, pèse 282k, et rend, terme moyen, 115k de fonte (soit 40 p. 0/0), ce qui met le rendement des scories à 57,8 p. 0/0.

Ce rendement est élevé; à l'essai, les scories de forges ordinaires rendent de 57 à 64 p. o/o (d'après les analyses de M. Berthier, *Essais par la voie sèche*, tome II); en grand le rendement doit être moindre, ce qui l'élève ici, c'est la présence des sornes.

Pour la castine la mesure de consommation est le cuveau de 5 pieds cubes anciens = 171 litres; le mètre cube pèse 1.350^{k}. Castine.

Le bois qu'on carbonise pour le haut-fourneau est presque uniquement du hêtre de 20 à 25 ans, mélangé d'au plus 1/5 de chêne et de bouleau. Bois de charbonnage.

La mesure de consommation pour le charbon est la rasse, dont la contenance exacte est moyennement de 130 litres (3$^{pi.c.}$,8 anciens), d'après plusieurs mesurages qui ont été faits devant moi. Charbon.

D'après la moyenne des charbonnages de toute une année, le rendement du bois à la carbonisation est de 28 p. o/o en volume, le charbon étant mesuré à la sortie de la halle. Ce rendement est faible, il est dû à ce que le bois, ayant crû dans la montagne, est généralement tortu et mal dressé.

Ce charbon pèse, terme moyen, 55^{k} la rasse, soit 230^{k} le mètre cube à la sortie de la halle; ce poids élevé est dû à la présence du hêtre de montagne, qui, de tous les bois de forge, est celui qui donne le charbon le plus lourd.

Le bois employé en nature est pareil à celui qui est carbonisé pour le même usage. Bois employé en nature.

Les bûches sont sciées en morceaux de 16 à 19 centimètres, et ne sont jamais refendues, de sorte qu'il y a quelques bûchettes dont le diamètre dépasse 10 centimètres.

La mesure de consommation pour le bois découpé est la rasse, c'est la même que celle de charbon, mais on l'emplit un peu davantage, de sorte qu'elle contient terme moyen 137 litres, d'après les mesurages que j'ai faits.

Le bois découpé occupe le même volume que le bois cordé dont il provient.

Soufflerie. Le vent est chaud; j'ai trouvé sa température de 220° centigrades à l'extrémité de la buse. Lorsque les tuyaux de chauffage viennent d'être nettoyés à l'extérieur, il paraît que cette température s'élève jusqu'à 300°.

La pression est de $3^{c.},4$ à l'œil de la buse.

Il y a une seule tuyère.

La quantité *réelle* d'air lancé par minute occupe, à la température de 220°, et à la pression de $3^{c.},4$ en sus de la pression atmosphérique, un volume de $25^{m.c.}$, et occuperait seulement un volume de $14^{m.c.}$ à la température de 0 et à la pression atmosphérique (1).

---

(1) Pour évaluer cette quantité, je me suis servi de la formule suivante (donnée par M. D'Aubuisson, *Traité d'hydraulique*, page 498) :

$$q = 289d^2\sqrt{\frac{h(1+0.004t)}{b+h}}$$

t. Température de l'air à la buse = 220°.
b. Pression atmosphérique, soit = $0^m,75$.
h. Hauteur du manomètre à la buse = $0^m,034$.
d. Diamètre de l'œil de la buse. Il y a ici 2 buses de $0^m,05$ de diamètre, ainsi d^2 doit être remplacé par $2 \times (0,05)^2 = 0^{m.c.},005$.
q. Volume d'air lancé par seconde à la température *t* et à la pression $b+h$.
Cette formule donne :

Aucune modification n'a été faite aux dimensions du fourneau pour passer, de l'emploi exclusif du charbon de bois, à l'emploi d'un mélange de bois et de charbon. Voici pourtant les principales dimensions de ce fourneau : Fourneau.

	m.
Diamètre du gueulard. . .	0,81
Diamètre du ventre. . . .	2,22

L'ouvrage a 0,92 de la rustine à la tympe, et 0,43 de la tuyère au contrevent. Il est monté droit depuis le fond du creuset jusqu'à la naissance des étalages.

Du fond du creuset	jusqu'à la tuyère		0^m,43
	jusqu'à la naissance des étalages	du côté de la tuyère et du contrevent.	0,86
		du côté de la rustine et de la tympe .	0,62
Hauteur des étalages	du côté de la tuyère et du contrevent.		1,35
	des deux autres côtés.		1,54

L'inclinaison des étalages est de 66° sur les quatre faces.
Hauteur totale 7^m,47.
Le gueulard est fermé et couvert : on charge en ouvrant une porte. Une ouverture laisse entrer l'air nécessaire à la combustion des gaz.
La verticale passant par le centre du gueulard tombe à 5 centimètres seulement de la face de tuyère, elle est d'ailleurs à égale distance de la tympe et de la rustine.

La construction intérieure de ce fourneau présente, comme on le voit, diverses irrégularités

---

$q = 0^{m.c.},413$, d'où par minute $24^{m.c.},8$
à la pression atmosphérique, et à la température 0 cette quantité devient q' et

$$q' = \frac{q(b+h)}{b(1+0,004t)}$$

d'où $q' = 0^{m.c.},23$, et par minute $13^{m.c.},8$.

La quantité théorique, calculée d'après le volume engendré par le mouvement des pistons, serait de $36^{m.c.}$; ainsi la quantité réelle à 0 et à la pression atmosphérique est de 36 p. 0/0 de la quantité théorique.

qui ne semblent pouvoir avoir aucun effet utile. Le creuset et l'ouvrage, au lieu d'être carrés, sont fortement allongés dans le sens de la tympe à la rustine, comme cela a encore lieu dans la plupart des hauts-fourneaux au charbon de bois, et pour que l'inclinaison des étalages soit néanmoins la même des quatre côtés, on les fait commencer plus bas du côté de la tuyère et du contrevent que des autres côtés. Il serait mieux d'adopter la forme carrée.

Nature du produit.

La fonte produite est grise, et uniquement destinée à être employée en seconde fusion. Elle est de très-bonne qualité ; elle est consommée 2/3 dans la fabrique de machines à vapeur de Bitschweiler, appartenant à MM. Stehelin, et 1/3 dans les fonderies de Mulhausen.

Travail au charbon seul.

On la coule en gueusets, qui, dans le pays, portent le nom de *sapots*.

Voici le roulement de cinq mois, août, septembre, octobre, novembre et décembre 1836, qui sont les derniers de l'emploi exclusif du charbon, et qui sont les troisième, quatrième, cinquième, sixième et septième mois du fondage auquel ils appartiennent.

L'ensemble de ces cinq mois représente bien l'allure moyenne du fourneau au charbon seul, sans l'influence de la mise en feu, et de la mise hors.

Nombre de charges. 4 5?9 pour 153 jours, soit par jour 30 charges.
Charbon de bois. 18.564 rasses = 2.408m.c.,33.
Minerai. 3.785 cuveaux = 648m.c.,80.
Scories. 498 cuveaux 4 conges = 85m.c.,43.
Castine. 681 cuveaux 4 conges = 108m.c.,[illegible]

Fonte. [illegible], par mois 92 3[illegible]

La composition de la charge a été de :

Charbon.	4 rasses,	= 0 m.c.,520
Minerai (terme moyen). . . .	8 conges 1/3	= 0, 141
Scories (terme moyen). . . .	1 conge 1/10	= 0, 019
Castine.	1 conge 1/3	= 0, 023
		0 m.c.,704

La consommation, aux 1.000 kil. de fonte a été de :

Charbon. . 5 m.c.,229, soit à 230 k. l'un. . 1.203 k.
Le bois d'où provient ce charbon a rendu à la sortie de la halle 28 pour 0/0, ainsi le volume de ce bois était de 18 st.,675.

Minerai. .	1 m.c.,405 à 1.600 k. l'un. .	2.248 k.	2.590 k.
Scories. . .	0 ,185 à 1.850.	342	
Castine . .	0 ,234 à 1.350 k.	316 k.	

Ainsi, dans le poids total du mélange de scories et de minerai, les scories sont entrées pour 13,2 p. 0/0, et le mélange a rendu 38,6 p. 0/0.

Les 1.000 k. de charbon ont fondu	*minerai*.	1.868	2.415.
	scories. .	284	
	castine. .	263	

Cette allure est économique, eu égard surtout à la nature de la fonte.

Il serait intéressant de savoir quelle influence exercent les scories sur la consommation de combustible, si elles la diminuent par l'effet de l'augmentation de richesse qu'elles donnent au minerai, ou si, ce qui est peu probable, elles l'augmentent parce qu'elles sont difficiles à réduire. Malheureusement il n'est pas possible de trouver la solution de cette question dans les roulements qui ont précédé l'emploi des scories, parce que ces roulements antérieurs ne sont pas

comparables, affectés qu'ils ont été par une mauvaise allure qui était due à une cause toute particulière, l'existence d'une source sous le creuset du fourneau.

Quoi qu'il en soit, on voit que ce fourneau travaillait économiquement au charbon seul, de sorte que l'économie de combustible, qui a été produite par l'emploi du bois, ne peut être attribuée en partie, comme il est juste de le faire souvent en fait d'innovations, aux soins particuliers et aux améliorations de détail qui auraient accompagné cet emploi.

Travail au mélange de bois et de charbon.

L'emploi du bois a commencé en janvier 1837, et a continué jusqu'ici sans interruption. Dès l'origine on a mis en bois découpé à peu près moitié du volume total de combustible, pendant quelque temps on a été obligé de faire des essais pour donner au fourneau une allure régulière, et on reconnaît dans les roulements la trace de ces essais à la plus grande proportion de gueuse pour forge, par rapport à la fonte pour deuxième fusion. Depuis longtemps l'allure du fourneau est devenue parfaitement régulière, et ne présente aucun accident. La qualité de la fonte n'a pas été altérée, seulement son grain est devenu un peu plus fin, ce qui est un premier pas fait vers la nature de la fonte blanche, et ce dernier résultat s'observe dans presque tous les fourneaux où l'on emploie le bois vert, séché ou torréfié.

Dans ce fourneau, comme dans tous ceux où l'on emploie un mélange de bois et de charbon, on commence par charger le bois, puis le charbon, et ensuite le minerai; pendant les premiers instants qui suivent le chargement, la flamme du

gueulard est mêlée d'une grande quantité de vapeur blanche, c'est là vapeur d'eau qui se dégage du bois; ensuite la flamme devient très-abondante, et est toujours plus considérable qu'elle n'était au charbon seul, ce qui indique que le bois laisse dégager une plus grande quantité de gaz combustibles que ne le faisait le charbon, ou du moins que ces gaz sont plus inflammables.

Les quatre premiers mois de l'emploi du bois, c'est-à-dire janvier, février, mars et avril 1837, ayant été affectés par les essais et par l'influence de la mise hors, puisqu'ils étaient les derniers du fondage qui s'est terminé en avril, je n'en citerai pas les résultats.

Un second fondage a été commencé en août 1837, voici l'ensemble des mois de novembre et décembre 1837 et janvier 1838, qui sont les quatrième, cinquième et sixième mois de ce fondage.

Charbon de bois.	8.480 rasses =	1.102m.c.,	04
Bois découpé. . .	8.180 rasses =	1.120,	66, provenant d'égale quantité de bois cordé.
Minerai.	2.247 cuveaux =	384,	24
Scories	494 cuveaux =	84,	30
Castine.	193 cuveaux =	33,	04

Fonte. 317.677 k., soit par mois 105.892 k.

Le bois découpé est entré pour 50,4 p. 0/0 dans le volume total du combustible.

Consommation aux 1.000 k. de fonte.

Charbon de bois. 3m.c.,469, qui, à 28 pour 0/0, proviennent de 12st.,389 de bois cordé.

Bois découpé. 3m.c.,527, provenant de volume égal de bois cordé, qui, à 28 p. 0/0, eussent donné 0m.c.,987 de charbon de forêt.

Consommation totale . . . . { évaluée en bois. 15st.,916
{ évaluée en charbon. 4m.c.,456

Minerai. . .	1m.c.,209	à 1.600 k. l'un =	1.934 k.	} 2.424
Scories. . . .	0, 265	à 1.850 l'un =	490	
Castine. . .	0, 104	à 1.350 l'un =	140	

Dans le poids total du mélange de scories et de minerai, les scories sont entrées pour 20 p. 0/0, et le mélange a rendu 41,2 p. 0/0.

Cet ensemble de trois mois est, par sa position au milieu d'un fondage, comparable au roulement que j'ai donné ci-dessus comme type du travail au charbon seul ; cependant cette comparaison ainsi faite diminuera un peu l'économie de combustible résultant de l'emploi du bois, attendu que, pendant ces trois mois, l'allure du fourneau n'a pas été aussi économique qu'elle aurait pu l'être, l'ouvrage s'étant dégradé par suite de la mauvaise qualité des pierres employées à sa construction.

Les mois d'octobre et de novembre, pendant lesquels l'ouvrage n'était pas encore dégradé, ont donné une allure un peu plus économique ; voici la troisième semaine d'octobre, qui représente à peu près l'allure telle qu'elle était avant la dégradation de l'ouvrage :

Nombre de charges. 336 pour 7 jours, soit par jour 48.
Charbon de bois. 728 rasses = 94 m.c., 84
Bois découpé. 672 rasses = 92, 15, provenant de volume égal de bois cordé.
Minerai. 193 cuv. 2 conges = 33, 11
Scories. 42 cuveaux = 7, 20
Castine. 16 cuv. 8 conges = 2, 88
Fonte produite. 27 680 k., soit pour un mois de 30 jours 118.628 k.

Composition de la charge :

Charbon.	2 1/6 rasses (1)	= 0 m.c., 282	0 m.c., 556 (Charbon + Bois découpé)
Bois découpé.	2 rasses	= 0, 274	
Minerai.	5 1/2 conges	= 0, 098	
Scories.	1 1/4 conge	= 0, 021	
Castine.	1/2 conge	= 0, 009	
		0 m.c., 684	

(1) A chaque charge on met 2 rasses de charbon ordinaire, et 1 pied cube de menu charbon et fraisil de halle, qu'on compte seulement comme l'équivalent de 1/6 de rasse de charbon ordinaire, soit comme environ 2/3 de pied cube de ce charbon.

Le bois découpé est entré pour 49,3 p. o/o dans le volume total du combustible.

Consommation aux 1.000 k. de fonte :

Charbon. 3m.c.,426, qui, à 28 pour o/o, proviennent de 12st.,235 de bois.

Bois découpé. 3m.c.,329 provenant de volume égal de bois cordé qui, à 28 p. o/o, eussent donné om.c.,932 de charbon de forêt.

Consommation totale. . . . { évaluée en bois. 15st.,564 / évaluée en charbon. 4m.c.,358

Minerai. .	1m.c.,197	à 1.600 k.	1.915 k.	2.396 k.
Scories. . .	0, 260	à 1.850. .	481	
Castine. . .	0, 104	à 1.350. .	140 k.	

Dans le poids du mélange de minerai et de scories, les scories sont entrées pour 20 p. o/o, et le mélange a rendu 41,7 p. o/o.

Comparaison du travail au charbon seul avec le travail au mélange de bois et de charbon.

En comparant, aux résultats du travail au charbon seul, ces résultats du travail au mélange de bois et de charbon dans lequel le bois entrait pour environ moitié du volume total, on voit que :

1° Aucune modification n'a été faite aux dimensions du fourneau pour l'approprier à l'emploi du bois.

2° Le volume de la charge de combustible est resté à peu près le même ; la moitié environ du charbon ayant été remplacée par volume égal de bois. La charge de minerai et de scories a été diminuée dans une proportion convenable. — Le volume total de la charge est donc un peu moindre qu'il n'était au charbon seul.

3° La descente des charges est devenue plus rapide, au lieu de 30 par 24 heures, on en passe terme moyen 45. Cette augmentation de vitesse de la descente des charges n'est pas due à une modification des dispositions du fourneau, mais à leur moindre teneur en combustible.

4° L'allure du fourneau est très-régulière, et il n'y a pas de chute de minerai.

5° Le rendement du minerai ne paraît pas avoir été modifié : il est impossible d'avoir à ce sujet aucune donnée précise, attendu que le rendement apparent est influencé par la richesse variable des scories, mais il est facile de reconnaître que les laitiers sont aussi pauvres qu'ils étaient avant l'emploi du bois.

La proportion de scories étant d'ailleurs plus considérable maintenant qu'elle n'était pendant le travail au charbon seul, (20 p. o/o du poids total du mélange au lieu de 13,2,) le mélange est plus riche qu'il n'était, et son rendement est augmenté d'environ 2 ½ p. o/o. Cette augmentation de richesse pourrait avoir diminué un peu la consommation de combustible pour la production de 1.000k de fonte, mais cette diminution ne peut être que très-faible, et ne peut influer sensiblement sur les résultats économiques de la comparaison à établir entre les deux roulements.

6° La production mensuelle est restée à peu près la même, de sorte que la diminution des charges a été compensée par l'accélération de leur descente. D'après les roulements ci-dessus, cette production paraîtrait avoir été augmentée de 92 tonnes à 105 ; mais cette augmentation ne me paraît pas devoir être attribuée au bois, elle est due plutôt à l'augmentation de la proportion des scories, ce qui équivaut à une augmentation de richesse du minerai.

7° La qualité de la fonte n'a pas été altérée, elle est restée grise ; excellente pour seconde fusion, usage auquel elle est exclusivement desti-

née ; seulement le grain est devenu un peu plus fin.

8° La quantité de castine employée est beaucoup moindre maintenant qu'elle n'était pendant le travail au charbon seul ; mais cette variation est indépendante de l'emploi du bois, et est due seulement à l'emploi récent d'une certaine proportion d'un minerai de fer, qui n'est guère qu'un calcaire ferrugineux très-pauvre, et qui, faisant l'office de fondant, remplace une partie de la castine.

9° En prenant pour type de la consommation de combustible au mélange de charbon et de bois, le roulement de trois mois ci-dessus cité, on a :

Dans le travail au charbon seul, la consommation de combustible, évaluée en bois, était de.	18st.,675	aux 1.000 k.
Dans le travail au mélange de bois et de charbon, elle est de.	15, 916	*id.*
Économie de combustible. . .	2st.,759	*id.*

Cette économie est de 14,8 p. 0/0 de la consommation primitive.

Autrement :

Dans le travail au charbon seul, la consommation de combustible était, en charbon, de.	5m.c.,229
Dans le travail au mélange de bois et de charbon on ne consomme, en charbon, que.	3, 469
Différence. . . .	1, 760

Ainsi $1^{m.c.}$,760 de charbon ou un tiers de la consommation primitive ont été remplacés par du bois : ils ont été remplacés par $3^{st.}$,527 de bois, de sorte que 1 stère de bois a remplacé $0^{m.c.}$,50 de charbon, ou 100 de bois en volume ont remplacé 50 de charbon.

En prenant pour type de la consommation de

combustible le roulement d'octobre, c'est-à-dire ce qu'était cette consommation avant la dégradation de l'ouvrage, on trouve de même que l'économie de combustible a été de 16,6 p. o/o de la consommation primitive, et que 100 de bois en volume ont remplacé 54 de charbon.

10° Le bois employé en nature étant de même espèce que celui qui est carbonisé, 100 de ce bois contient, comme je l'ai dit ci-dessus, autant de carbone, et peut par suite développer autant de chaleur que 64 de charbon; la quantité de charbon remplacée par 100 de bois n'a été que de 50 à 54; la différence vient en partie de la quantité de chaleur employée à expulser l'eau hygrométrique du bois, ou plutôt, et presque uniquement, de la plus grande proportion de principes combustibles qui échappent à la combustion dans l'intérieur du fourneau, et dont on reconnait la présence par l'augmentation de la flamme du gueulard.

Le fondage prochain du haut-fourneau de Massevaux sera commencé avec un mélange de bois et de charbon, dans lequel le bois entrera pour $\frac{1}{7}$ du volume total.

Haut-fourneau de Bétaucourt.

Ce haut-fourneau est situé dans la commune de Cendrecourt département de la Haute-Saône, à 6k. nord de la petite ville de Jussey. Il est exploité par M. de Brouville.

Minerai. Il y a deux espèces de minerai, le minerai en grain et le minerai en roche.

Le minerai en grain est un peroxide hydraté, composé de grains sphériques isolés à couches

concentriques de la grosseur d'un grain de millet à celle d'un pois. Ce minerai est de très-bonne qualité, et ce sont les meilleures variétés de cette espèce qui donnent seules les excellentes fontes de Franche-Comté.

Le minerai en roche appartient au calcaire jurassique, c'est un peroxide hydraté, composé de petits grains sphériques à couches concentriques, qui sont agglutinés par un ciment argilo-calcaire. Il est un peu phosphoreux, ce qui le rend propre à la fabrication des fontes pour moulages, mais l'exclut à peu près complétement de la fabrication des fontes de forge, dans ce pays qui ne fabrique que des fers de première qualité.

Les mesures locales sont le cuveau de $\frac{1}{4}$ de mètre ou 250 litres, et la congé de 20 au cuveau, ou de 12 $\frac{1}{2}$ litres.

Le minerai en grain pèse 1650k. le mètre cube, le minerai en roche, 1450k.

Pour la castine la mesure locale est le cuveau de $\frac{1}{4}$ de mètre. Castine.

Le bois de charbonnage est du taillis de 18 à 25 ans, qui contient $\frac{2}{3}$ d'essences dures. Bois de charbonnage.

La mesure locale est la corde de 3 stères.

Pour le charbon les mesures de consommation sont, le van de 12 $\frac{1}{2}$ pieds cubes métriques=463 litres, et la rasse de $\frac{1}{5}$ de van = 92 litres. Charbon.

La corde de 3 stères rend à la carbonisation 1 van $\frac{3}{4}$ mesurés à la sortie de la halle, soit 27 p. o/o, mais il y a un boni de halle qui élève ce rendement à environ 28 p. o/o. Ce faible rendement est dû à ce qu'une partie du bois a crû sur la montagne, et est par suite petit et tortu.

Ce charbon ne pèse à la sortie de la halle que 200k. le mètre cube.

Bois employé en nature.

Le bois employé en nature est du taillis de même âge que le bois de charbonnage, et est composé de moitié essences dures, moitié essences tendres. C'est à dessein qu'on emploie ainsi en nature une plus forte proportion d'essences tendres qu'il n'y en a dans le bois de charbonnage; ces essences tendres sont le tremble et le bouleau, et on prétend qu'elles sont avantageuses, parce que, se contractant moins à la distillation que les essences dures, elles formeraient moins de vide dans l'intérieur du fourneau.

Les bûchettes ont de 15 à 20c de longueur, et on n'en refend qu'une très-petite partie, celles seulement qui ont plus de 10 centimètres de diamètre.

Après avoir été découpé, le bois a le même volume qu'il avait étant cordé en forêt. — La mesure de consommation est la rasse de 2pi.c. = 74 litres.

Soufflerie.

Le vent est froid.

Fourneau.

Voici les principales dimensions du fourneau tel qu'il est dans le fondage actuel.

Diamètre du gueulard . . 0m.,53
Diamètre du ventre. . . 2, 16

Côté du creuset et de l'ouvrage. 0m.,50 en carré.
Du fond du creuset à la tuyère. . 0, 43
Du fond du creuset à la naissance des étalages. 1m.,25
Hauteur des étalages. . . 1m.,75
Hauteur totale. 7, 07
Inclinaison des étalages. 64°.

L'axe de la cuve passe à 8 centimètres seulement de la tuyère. Cette déviation de l'axe est assez gé-

nérale dans les hauts-fourneaux, quelquefois même elle a lieu dans les deux sens, c'est-à-dire aussi de la rustine à la tympe, cependant elle paraît vicieuse.

Au charbon seul la hauteur n'était que de $7^m,33$, c'est la cuve qui a été exhaussée de $0^m,34$, le ventre est resté à la même place. Le diamètre du ventre n'était que de 2^m, et les étalages commençaient à 1^m seulement au-dessus du fond du creuset, de sorte que leur inclinaison était de 69°.

L'exhaussement de la cuve et la diminution de la pente des étalages ont pour but de donner au bois le temps de se préparer, et ces modifications sont bien raisonnées, d'autant plus que l'inclinaison des étalages était trop forte, même au charbon; mais ces modifications n'ont pu être assez fortement prononcées, et surtout la cuve n'a pu être assez exhaussée parce qu'on ne voulait pas toucher à la *tour*, c'est-à-dire à l'enveloppe extérieure du fourneau.

Du reste, les dimensions de ce fourneau ne sont pas à imiter, attendu qu'il produit peu et consomme beaucoup de combustible.

Nature du produit.

La fabrication du fourneau est tout entière en sablerie (moulages en sable), principalement pour marmites et fourneaux, et sans pièces mécaniques. La fonte est, suivant la méthode ordinaire, puisée dans l'avant-creuset avec des poches, le creuset-puisard ou ses modifications n'étant pas encore introduits dans cette contrée. — La fonte est grise.

Travail au charbon seul

Voici l'ensemble des sept derniers mois de l'emploi exclusif du charbon, ce sont les sept premiers mois de l'année 1836, jusqu'à juillet inclusivement; il y a eu une mise hors en avril et

une mise en feu en mai; l'interruption totale a été de 35 jours; ainsi le nombre total de jours de travail, auquel se rapporte ce roulement, est de 179.

Nombre de charges. 5.737 pour 179 jours, soit par jour 32.
Charbon. 5 612 vans = 2.598m.c.,15.

Minerai { en grain. 1.566 1/2 cuveaux = 391m.c.,56.
{ en roche. 1 499 1/4 cuveaux = 384, 94.

Castine (environ) 220 cuveaux = 55m.c. On en met très-rarement.

Fonte { sablerie. . . . . 181 004 } 285.659k. soit par mois
{ moulages à découvert. 27.392 } de 30 jours, 47.876k.
{ bocage. . . . . 77.263 }

La composition habituelle de la charge était de :

Charbon. 5 rasses. . . . . = 0m.c.,463
Minerai { en grain. 5congés 1/2 = 0m.c.,069 } 0, 134
{ en roche. 5. 1/4 = 0, 065 }
Castine. . . (*pour mémoire*).

0m.c.,597

La consommation aux 1.000 k. de fonte a été de :

Charbon. 9m.c.,096 à 200k. l'un... 1.819k. qui, à 28 p. 0/0, proviennent de 32st.,485 de bois.
Minerai { en grain. 1m.c.,370 à 1.650k l'un = 2.260k. } 4.162k.
{ en roche. 1 ,312 à 1.450k l'un = 1.902 }
Le rendement du minerai a été de 24 p. 0/0.
Castine (environ), 0m.c.,192 à 1 350k. l'un = 260k.

Les 1,000k. de charbon ont fondu. { *minerai*.. 2,288k. } 2.430k.
{ *castine*. . 142 }

On voit que cette allure n'est pas économique. Si on l'apprécie par la comparaison du combustible consommé avec la fonte produite, elle paraît extrêmement mauvaise; si on la juge seulement par le poids des matières que les 1.000k de charbon ont fondues, elle ne présente que la consommation de combustible la plus habituelle; mais ce dernier mode d'appréciation est aussi inexact que le premier, parce que la réduction du minerai et la fusion de la fonte qui en provient, exigent, à poids égal, beaucoup plus de combustible que

la fusion des gangues. Somme toute, c'est-à-dire en tenant compte à la fois de ces deux modes d'appréciation, ce fourneau consomme plus de combustible qu'il n'en devrait consommer.

L'emploi du bois a commencé en août 1836, et a continué jusqu'à ce jour sans interruption.

Dans la charge on commence par mettre le bois, et ce n'est que dix minutes après qu'on met le charbon et le minerai. Cet intervalle a pour but de laisser au bois le temps de dégager la plus grande partie de son humidité, et de se resserrer sur lui-même, en diminuant les vides qui restaient entre les morceaux. **Travail au mélange de bois et de charbon.**

Voici le roulement des mois de juillet et août 1837, deuxième et troisième mois du fondage actuel.

Nombre de charges. 2.281 pour 62 jours, soit par jour 36,7.
Charbon. 1.825 vans = 848m.c.,61.
Bois. 168 $\frac{1}{4}$ cordes = 504st.,75, ayant donné volume égal de bois découpé.
Minerai. 1,167 cuveaux 7 conges = 291m.c.,84, dont moitié en grain, moitié en roche.
Castine. 95 cuveaux 4 conges = 23m.c.,8.
Fonte. 117.540k. soit par mois 58.770k.

Composition habituelle de la charge :

Charbon. 4 rasses. . . .	=	0m.c.,370
Bois découpé. 3 rasses . .	=	0 ,222
Minerai. 10 $\frac{2}{10}$ conges. .	=	0 ,128, dont moitié en grain, moitié en roche.
Castine. $\frac{8}{10}$ conge.	=	0 ,010
		0 ,730

Dans le mélange de combustible, le bois découpé est entré pour 37,3 p. o/o du volume total.

Consommation par 1.000 k. de fonte :

Charbon. 7m.c.,219, qui, à 28 p. o/o, proviennent de 26st.,036 de bois.
Bois. . . 4m.c.,294 de bois découpé, provenant de volume égal de bois cordé qui, à 28 p. o/o, eût donné 1m.c.,202 de charbon.

La consommation totale est. . { évaluée en bois. . . 30st.,330
évaluée en charbon. 8m.c.,421 }

Minerai. 2m.c.,483 moitié grain, moitié roche, à 1.550k. l'un. . . . . 3 849 k.
Ainsi le minerai a rendu 25,9 p. 0/0.
Castine. 0m.c.,202 à 1.350 k. . . . . . 273 k.

Les résultats de l'ensemble de ces deux mois peuvent être comparés à ceux du roulement sans bois que j'ai donné ci-dessus : car si, d'une part, ce roulement au charbon seul est affecté par l'influence d'une mise en feu et d'une mise hors, d'autre part, ces deux mois ne sont que les deuxième et troisième du fondage, et par suite ils sont encore un peu influencés par le voisinage de la mise en feu.

Comparaison du travail au charbon seul avec le travail au mélange de bois et de charbon.

En comparant, aux résultats du travail au charbon seul, les résultats du travail au mélange de bois et de charbon dans lequel le bois entrait pour un tiers environ du volume total, on voit que,

1° Il a été fait, aux dimensions du fourneau, quelques modifications, dans le but de l'approprier à l'emploi du bois, mais ces modifications sont peu importantes.

2° La charge de minerai est restée à peu près la même, et une partie de la charge de charbon (1/5 environ) a été remplacée par un volume convenable de bois, de sorte que le volume total de la charge a été augmenté.

3° La descente des charges est devenue un peu plus rapide.

4° L'allure du fourneau est aussi régulière qu'au charbon seul, et on ne remarque pas de chutes de minerai.

5° Le rendement des minerais, eu égard à leur richesse, ne paraît pas avoir été modifié; au char-

bon seul il était en moyenne de 24,1 p. o/o, au mélange de charbon et de bois il a été de 25,9 ; mais cette augmentation doit être attribuée uniquement à une plus grande richesse de minerai. D'ailleurs, les laitiers ne paraissent ni plus ni moins chargés de fer qu'ils n'étaient auparavant, et les chutes de minerai ne sont pas plus fréquentes.

Cette augmentation de richesse ne peut avoir diminué la consommation de combustible que d'une très-faible quantité.

6° La production a été augmentée, et cet effet ne doit pas être attribué à l'emploi du bois, mais à l'agrandissement du fourneau et à l'augmentation de richesse du minerai.

7° La fonte n'a été altérée ni dans sa couleur, ni dans sa qualité.

8° On a réalisé une économie de combustible :

Au charbon seul, la consommation évaluée en bois était de. .	$32^{st.}$,485	par 1.000 k. de fonte.
Au mélange de charbon et de bois elle est de.	30 ,330	
Économie de combustible. .	2 ,155	

Cette économie de combustible est de 6,6 p. o/o de la consommation primitive.

Autrement :

Au charbon seul, la consommation évaluée en charbon était de. . .	$9^{m.c.}$,096	par 1.000 k. de fonte.
Au mélange de bois et de charbon, on ne consomme en charbon que.	7 ,219	
Différence.	1 ,877	

Ainsi $1^{m.c.}$,877 de charbon ou $\frac{1}{5}$ du total primitif ont été remplacés par du bois, et la quantité de bois qui a opéré ce remplacement est de $4^{st.}$,294; de sorte que 100 de bois ont remplacé 43,7 de charbon.

Il ne faut pas oublier que le bois employé en nature contient une plus forte proportion d'es-

sences tendres que le bois de charbonnage qui produit le charbon remplacé ; et ce fait explique la faiblesse du chiffre 43,7, qui est moindre que celui qu'on a obtenu à Massevaux.

Si on employait en nature des bois de même nature que ceux qui sont carbonisés, ce rapport s'élèverait et approcherait probablement de 50 ; et, pour la même raison, l'économie de combustible est supérieure au chiffre 6,6 p. 0/0 qui est indiqué ci-dessus.

Haut-fourneau de Saint-Loup.

Ce haut-fourneau est situé dans la commune de Saint-Loup, département de la Haute-Saône, entre Gray et la petite ville de Gy. Il est exploité par M. Vautherin.

Minerai. On n'emploie qu'une seule espèce de minerai, c'est le minerai en grain, dont j'ai indiqué la nature à l'article du fourneau précédent.

La mesure locale est la conge de $\frac{1}{3}$ de pied cube ancien $=11^{\text{lit.}}\frac{4}{10}$.

Le mètre cube pèse, terme moyen, 1.620^{k}.

Castine. La mesure locale, pour la castine, est la conge de $\frac{1}{2}$ pied cube métrique $=17$ litres.

Bois de Charbonnage. Le bois de charbonnage est un mélange d'environ $\frac{2}{3}$ taillis de 20 ans, et $\frac{1}{3}$ réserve de 40 à 50 ans, dans lequel il y a environ $\frac{2}{3}$ d'essences dures.

Ces bois mélangés rendent 29 p. 0/0 de charbon, mesuré au moment de l'emploi à la sortie de la halle.

Charbon. La mesure de consommation, pour le charbon, est la rasse de $2\frac{1}{2}$ pieds cubes métriques $=92$ litres $\frac{6}{10}$. Ce charbon pèse, à la sortie de la halle, 220^{k} le mètre cube.

Le bois employé en nature est de même espèce que le bois de charbonnage, il est scié en morceaux de 15c. de longueur, et toutes les bûchettes dont le diamètre dépasse 10c. sont refendues. Bois employé en nature.

1st. de bois cordé en forêt donne, terme moyen, 1m.c.,05 de bois découpé.

La mesure de consommation est la rasse de 100 litres.

Avant d'être employé ce bois subit un commencement de dessiccation, et il est placé à cet effet dans une caisse de fonte, établie au-dessus du gueulard. Cette caisse est mal disposée pour recevoir l'action de la chaleur, et le bois n'y reste que deux à trois heures, de sorte que sa dessiccation est fort incomplète; aussi doit-il, relativement à son emploi, être considéré plutôt comme du bois vert que comme du bois desséché, et c'est pour cette raison que je place ici ce fourneau.

Les morceaux qui touchent le fond de la caisse perdent leur eau hygrométrique, et éprouvent même un commencement de distillation, de sorte qu'ils prennent feu lorsqu'on les fait tomber dans l'étouffoir; mais presque tout le bois qui est au centre, sur les côtés et à la partie supérieure, se dessèche à peine et conserve même sa couleur, au lieu de prendre la couleur brune du bois fortement desséché.

On met dans la caisse de fonte $11\frac{1}{2}$ rasses de bois vert, soit 1m.c.,15, et on en retire $10\frac{1}{4}$, soit 1m.c.,025. Ainsi la diminution de volume est de 10 p. 0/0, la perte de poids est inconnue, mais doit être d'environ 15 p. 0/0.

D'après cela, et en tenant compte du foisonnement au découpage, 100 volumes de ce bois, en partie desséché, proviennent de 106,7 de bois cordé.

Soufflerie. Le vent est chaud.

Fourneau. Il n'a été fait au fourneau aucune modification pour l'approprier à l'emploi du bois, il est tel qu'il était au charbon seul.

Nature du produit. La fonte est grise et principalement destinée à la forge. On fait en outre quelques moulages de pièces mécaniques et de chaudières pour le recuit des fils de fer. Elle est de très-bonne qualité, sans être de première qualité de Franche-Comté, c'est-à-dire qu'on n'emploie pas les minerais de première qualité.

Travail au charbon seul. On ne connaît pas bien les résultats du travail au charbon seul et au vent chaud, parce que l'emploi du bois a suivi de très-près l'emploi du vent chaud, et il n'y a aucun roulement d'où on puisse déduire ces résultats d'une manière certaine.

Au vent froid la consommation, dans les mois de bonne allure du milieu des fondages, était de $5^{m.c.}$,50 à $5^{m.c.}$,60 de charbon (150 pieds cubes métriques), et c'est là l'allure des fourneaux du voisinage, qui marchent bien au charbon seul et au vent froid, en traitant de même pour fonte de forge les mêmes minerais avec des charbons à peu près pareils.

D'après cela, et d'après l'exemple des autres fourneaux voisins, on peut admettre que la consommation au vent chaud et au charbon seul, dans les bons mois du milieu d'un fondage, serait de $5^{m.c.}$,10; c'est en effet autour de ce nombre qu'oscillent les différents mois, qui n'ont été qu'en partie seulement au vent chaud, ou qui, entièrement au vent chaud, ont consommé un peu de bois, ou ont traité des minerais plus réfractaires que les minerais habituels.

D'après cela on peut admettre pour la consommation au charbon seul et au vent chaud :

Charbon. 5m.c.,10 qui, à 220 k., pèsent 1.122 k, et qui, à 29 p. o/o, proviennent de 17st.,586 de bois.

Alors le minerai rendait de 33 à 34 pour o/o, la production mensuelle était de 90 à 100 mille kilogrammes.

La charge se composait, terme moyen, de :

Charbon. . .	7 1/3 rasses	=	0m.c.,667
Minerai. . .	21 conges	=	0 ,242
Castine. . .	2 1/2 conges	=	0 ,046
			0m.c.,955

On voit qu'on travaillait à assez grandes charges; on faisait par jour 24 charges environ.

L'emploi du bois a commencé en 1835, mais c'est seulement depuis le mois d'août 1836 qu'il a lieu d'une manière régulière et continue. Travail au mélange de charbon et de bois.

Voici le roulement du mois d'août 1837, qui peut être regardé comme le terme moyen de l'allure au mélange de bois et de charbon :

Nombre de charges. 783, soit par jour 25.
Charbon de bois. 4.432 rasses = 410m.c.,22.
Bois. 1.560 rasses = 156 mètres cubes de bois en partie desséché, qui, à 106,7 de bois vert cordé pour 100 de ce bois découpé et en partie desséché, proviennent de 166st.,45 de bois cordé.
Minerai. 15.772 conges = 180m.c.,229.
Castine. 1.957 conges = 36m.c.,24.
Fonte. . 97.030 k.

Composition habituelle de la charge :

Charbon de bois. 5 2/3 rasses. . . .	=	0m.c.,523
Bois en partie desséché. 2 rasses. .	=	0 ,200
Minerai. 20 1/6 conges.	=	0 ,230
Castine. 2 1/2 conges.	=	0 ,046
		0m.c.,999

Dans le mélange de charbon et de bois, le bois est entré pour 27,5 p. o/o du volume total, on n'a pas essayé une plus forte proportion.

Consommation aux 1.000 k. de fonte :

Charbon. 4m.c.,227, qui, à 29 p. o/o, proviennent de 14st.,576.
Bois. 1st.,715 de bois vert cordé, qui, à 29 p. o/o, eût donné 0m.c.,497 de charbon de forêt.

La consommation totale est { évaluée en bois. . . 16st.,291 / évaluée en charbon. 4m.c.,724

Minerai. 1m.c.,857 à 1.620 k. = 3.008 k. d'où rendement 33,2 p. o/o.

Castine. om.c.,373 à 1.350 k. l'un = 500 k.

Comparaison du travail au charbon seul avec le travail au mélange de bois et de charbon.

Comparons les résultats du travail au charbon seul avec ceux du travail au mélange de charbon et de bois, dans lequel le bois entrait pour 27 $\frac{1}{5}$ p. o/o du volume total.

1° Aucune modification n'a été faite aux dimensions intérieures du fourneau pour l'approprier à l'emploi du bois.

2° La charge de minerai a été un peu diminuée, et une partie de la charge de charbon a été remplacée par un volume convenable de bois, de sorte que le volume total de la charge est resté à peu près ce qu'il était avant l'emploi du bois, toutefois il a été un peu augmenté.

3° La descente des charges s'est un peu accélérée, mais d'une très-faible quantité.

4° L'allure du fourneau est aussi régulière qu'avant l'emploi du bois.

5° Le rendement du minerai est resté à peu près le même; cependant les laitiers sont quelquefois un peu plus verts, ce qui indique que leur teneur en fer est augmentée, et ce qui peut être dû à quelque chute de minerai.

6° La production mensuelle est restée la même.

7° La fonte est restée grise, mais son grain est devenu plus fin, ce qui est un premier pas fait vers la nature de la fonte blanche. Sa qualité n'a du reste été altérée ni comme fonte de moulage, ni comme fonte de forge, seulement elle s'affine plus aisément qu'auparavant, ce qui est une

conséquence naturelle de la petite modification qu'elle a subie.

8° On a obtenu une économie de combustible :

Au charbon seul la consommation de combustible, évaluée en bois, était de.	17st.,586 par 1.000 k. de fonte.
Au mélange de bois et de charbon elle est de	16 ,291
Économie de combustible.	1st.,295

ou 7,3 p. o/o de la consommation primitive.

Autrement,

Au charbon seul, on consommait en charbon.	5m.c.,100
Au mélange de bois et de charbon on ne consomme de charbon que.	4 ,227
Différence. . .	0m.c.,873

Ainsi, 0m c.,873 de charbon, ou 17 p. o/o de la consommation primitive, ont été remplacés par du bois, et, ce bois provenant de 1st.,715 de bois cordé, on voit que 100 de bois cordé ont remplacé 50,9 de charbon en volume.

Haut-fourneau de Fallon.

Le haut-fourneau de Fallon est situé dans la commune de ce nom, département de la Haute-Saône, à 8 kilomètres sud de la petite ville de Villersexel. Il est exploité par M. Legrand.

Il y a plusieurs espèces de minerai. Les deux principales sont : le minerai en grain et le minerai en roche dont j'ai déjà parlé. Minerai.

Il y a en outre : 1° le minerai en poussière, peroxide en partie hydraté, composé de grains isolés de forme sphérique, beaucoup plus petits que ceux du minerai en grain : ce minerai n'est pas lavé, il est pauvre. 2° Le minerai de Saulnot, peroxide anhydre et en masse, qui se trouve

dans un porphyre de transition, il est riche, mais siliceux et mélangé de sulfate de baryte, ce qui le rend réfractaire et de mauvaise qualité, aussi n'est-il employé qu'à très-petite dose, 2 p. o/o environ.

Les mesures locales sont le cuveau et la conge.

Pour le minerai en grain, le cuveau est de 200 litres ; il est divisé en 16 conges de $12\frac{1}{2}$ litres l'une. La conge pèse 20k., ce qui met le mètre cube à 1.600k..

Pour les autres minerais le cuveau est de 247 litres, il est divisé en 13 conges de 19 litres l'une. La conge de minerai en roche, pèse 27k, ce qui met le mètre cube à 1.420k.; la conge de minerai en poussière ne pèse que 25k., soit seulement 1.320k. le mètre cube ; le minerai de Saulnot est très-pesant.

Castine. On n'emploie pas de castine, le minerai en roche tient lieu de fondant.

Bois de charbonnage. Le bois de charbonnage est du taillis de 18 à 20 ans, contenant $\frac{3}{5}$ d'essences dures. Il rend 29 p. o/o de charbon mesuré à la sortie de la halle.

Charbon. Les mesures locales pour le charbon sont :

La rasse de $2\frac{6}{10}$ pieds cubes métriques. . . . = 96 litres.
Le cuveau, de 5 rasses, de 13 pieds cubes. . = 481 litres.
La banne de 12 cuveaux. . . . . = 5m.c.,777.

Ce charbon pèse 200 k. le mètre cube.

Bois employé en nature. Le bois employé en nature est le même que le bois de charbonnage.

Il est scié en morceaux de 16 centimètres de longueur, et on ne refend qu'un très-petit nombre de bûchettes.

Le bois découpé occupe à peu près le même volume que le bois cordé d'où il provient.

La mesure de consommation est la rasse, mais elle est plus remplie que pour le charbon, et con-

tient 3 pieds cubes métriques ou 111 litres, de sorte que le cuveau de 5 rasses est de 556 litres, et la banne de 12 cuveaux est de $6^{m.c.}\frac{2}{3}$.

Soufflerie.

Le vent est chaud; au moment où je l'ai observée, sa température était de 220 degrés centigrades.

La quantité de vent déduite du volume engendré par les pistons serait théoriquement de 18 mètres cubes par minute; ainsi, au rapport probable de 40 p. o/o, la quantité d'air réellement lancé n'occuperait à o et à la pression atmosphérique que 7 à 8 mètres cubes. Cette quantité est très-faible, mais la force du moteur ne permet pas de l'augmenter.

Fourneau.

Il n'a été fait au fourneau aucune modification pour l'approprier à l'emploi du bois; voici ses principales dimensions :

Diamètre du gueulard $0^{m.},67$
Diamètre du ventre . 2,08
Le creuset et l'ouvrage ont $0^{m.},42$ sur 0,81.
Du fond du creuset à la tuyère. . . . 0,42.

Du fond du creuset à la naissance des étalages	du côté de la rustine et de la tympe.	$0^{m},47$
	du côté de la tuyère et du contrevent	0 ,83
Hauteur des étalages . . .	du côté de la rustine et de la tympe	1,86
	du côté de la tuyère et du contrevent	1,50

L'inclinaison des étalages est de 67 degrés sur les 4 faces.
Du fond du creuset au ventre 2,33.
Hauteur totale . . . $7^{m},50$

Nature du produit.

La fonte est grise, à grain fin, elle est presque uniquement employée à la fabrication de la sablerie; on fait quelques moulages à découvert et quelquefois des gueusets (sapots) pour deuxième fusion. On ne coule de gueuse pour forge que dans le cas d'accidents qui rendent la fonte impropre au moulage, ou bien encore quand on manque par hasard d'ouvriers.

La fonte est puisée à l'aide de poches dans l'avant-creuset.

Travail au charbon seul.

Voici, pour le travail au charbon seul, la récapitulation de onze mois de 1836, c'est l'ensemble de l'année 1836 dont on a retranché le mois de juin, qui a été affecté par la mise hors du fondage qui finissait, et par la mise en feu du fondage suivant.

Nombre de jours. . . 333
Nombre de charges. . 9.766, soit par jour 29 1/3
Charbon. 814 bannes 3 cuveaux = 4.704m.c.,55

Minerai { en grain. 2.658 cuveaux 9 conges = 531m.c.,71
en roche, en poussière, et de Saulnot. 4.767 cuveaux 5 conges = 1.177m.c.,05

Fonte	sablerie.	498.915 k.	
	moulages à découvert	29.886	
	gueuse.	50.603	} 25,8 p. 0/0 du total.
	bocage	133.869	
		713.273 k. soit pour un mois de 30 jours, 64.260 k.	

Composition habituelle de la charge :

Charbon. . . . . . 5 rasses. . . . . = 0m.c.,481
Minerai { en grain. 4 conges 1/4 . . . . = 0 ,054
en roche et autres, 6 conges 1/4. . . = 0 ,120

0m.c.,655

Consommation aux 1.000 k. de fonte :

Charbon. 6m.c.,596 qui à 200 k. l'un font 1.319 k., et qui à 29 p. 0/0 proviennent de 22st.,745 de bois.

Minerai { en grain. . . . . 0m.c.,745 à 1.600 k. l'un 1.192 k.
en roche et autres 1 ,650 à 1.420 k. l'un 2.343

3.535 k.

Ainsi le minerai a rendu 28,3 p. 0/0.

Les 1.000 k. de charbon ont fondu en minerai 2.680 k. Il n'y a pas de castine.

Cette allure est assez bonne, eu égard à la pauvreté des minerais, à la nature du produit et au mode de coulée.

Travail au mélange de bois et de charbon.

L'emploi du bois a commencé en janvier 1837, et s'est continué sans interruption depuis cette époque.

Voici la récapitulation des mois d'août, septembre, octobre et novembre 1837, qui sont les 2ᵉ, 3ᵉ, 4ᵉ et 5ᵉ mois du fondage :

Nombre de jours. 122.
Nombre de charges. 3.715, soit par jour 30 $\frac{1}{2}$.
Charbon. 247 bannes 5 cuveaux 3 rasses = 1.429m.c.,80
Bois. 61 bannes 11 cuveaux de bois découpé = 412m.c.,78, qui proviennent de 412st.,78 de bois cordé.

Minerai { en grain. . . . . 1.046 cuveaux 5 conges = 209m.c.,26
{ en roche et autres. 1.751 cuveaux 2 conges = 432 ,50

Fonte. . { sablerie. . . . . 185.039 k.
{ moulages à découvert 18.287
{ bocages. . . . . 55.024 ou 21.3 p. o/o du total.

258.350 soit par mois 64.587 k.

Composition habituelle de la charge :

Charbon.	4 rasses.	= 0m.c.,384
Bois découpé.	1 rasse.	= 0 ,111
Minerai { en grain.	4c $\frac{1}{2}$. .	= 0 ,056
Minerai { en roche et autres. . . .	6c $\frac{1}{10}$.	= 0 ,116
		0m.c.,667

Dans le mélange de combustible le bois decoupé est entré pour 22 p. o/o du volume total.

Consommation aux 1.000 k. de fonte.

Charbon. 5m.c.,534, qui à 29 p. o/o proviennent de 19st.,083 de bois.
Bois. 1st.,597 de bois cordé qui à 29 p. o/o eût donné 0m.c.,463 de charbon.

Consommation totale. . . . { évaluée en bois 20st.,680
{ évaluée en charbon 5m.c.,997

Minerai { en grain. . . . . 0m.c.,810 à 1.600 k. l'un 1.296k.
{ en roche et autres 1m.c.,674 à 1.420k. l'un 2.377k.

3.563k.

Le mélange a rendu 27,2 p. o/o.

Comparons les résultats du travail au charbon seul avec ceux du travail au mélange de bois et de charbon, le bois entrant pour $\frac{1}{5}$ dans le volume total.

Comparaison du travail au charbon seul avec le travail au mélange de bois et de charbon.

1° Il n'a été fait aux dimensions intérieures du fourneau aucune modification spéciale pour l'emploi du bois.

2° La charge de minerai est restée la même. $\frac{1}{5}$ de la charge de charbon a été remplacé par un volume de bois à peu près égal ; ainsi le charbon qui a été supprimé a été remplacé par une quantité de bois insuffisante, c'est-à-dire ayant moins de valeur calorifique, ou pouvant développer moins de chaleur que le charbon supprimé.

3° La descente des charges s'est un peu accélérée, mais d'une très-petite quantité.

4° L'allure du fourneau n'a pas été dérangée, elle est restée très-régulière, et les chutes de minerai, qui de tout temps ont été assez fréquentes dans ce fourneau, ne le sont pas devenues davantage.

5° Le rendement du minerai, qui était de 28,3 p. 0/0, n'a été que de 27,2 ; cette diminution pourrait être due à une diminution dans la richesse des minerais, quoiqu'on ait employé les mêmes et dans les mêmes proportions, mais il est plus probable qu'elle est due, en partie du moins, à l'insuffisance de la quantité de bois qui a été mise en remplacement du charbon supprimé.

6° La production mensuelle est restée ce qu'elle était avant l'emploi du bois.

7° La nature et la quantité de la fonte n'ont été ni modifiées ni altérées : elle est restée aussi facile à mouler qu'elle était auparavant, car la proportion de bocage n'a pas été augmentée.

8° Il y a eu économie de combustible, en effet :

Au charbon seul, la consommation de combustible évaluée en bois était de.	22st.,745 par 1.000 k. de fonte.
Au mélange de bois et de charbon la consommation de combustible évaluée en bois est de. . . .	20 ,680
Economie de combustible	2st.,065

ou 9 p. 0/0 de la consommation primitive.

Autrement

Au charbon seul, la consommation de charbon était de. . . .	6m.c.,596 par 1.000 k. de fonte.
Au mélange de bois et de charbon, on ne consomme en charbon que.	5 ,534
Différence. . .	1m.c.,062

Ainsi $1^{m.c.},062$ ou $\frac{1}{6}$ de la consommation primitive de charbon ont été remplacés par du bois, et la quantité de bois qui a opéré ce remplacement étant de $1^{st.},597$, on voit que 1 stère de bois a remplacé $0^{m.c.},67$ de charbon.

Mais comme 1 stère de bois ne peut développer autant de chaleur que $0^{m.c.},67$ de charbon provenant de cette espèce de bois, il est possible que ce soit à cette cause que soit due la diminution de rendement du minerai, car l'emploi du bois n'a d'ailleurs été accompagné d'aucune modification qui ait pu diminuer la consommation de combustible.

Haut-fourneau d'Etravaux.

Le haut-fourneau d'Étravaux est situé dans la commune de Grencourt, département de la Haute-Saône, à environ 2 myriamètres S.-O. de Vesoul. Il est exploité par M. Gauthier.

Le minerai employé est le minerai en grain, dont j'ai déjà parlé, et qui est commun à tous les fourneaux de la Franche-Comté. Minerai.

Le bois de charbonnage est du taillis de 20 ans, et du bois de réserve de 40 à 50 ans, provenant du quart en réserve des bois communaux. La proportion du taillis et de la réserve est variable, mais elle est généralement de moitié pour chacun Bois.

d'eux, et dans ces bois il y a environ $\frac{1}{3}$ d'essences dures.

Le bois employé en nature est de même espèce que le bois de charbonnage, mais presque uniquement composé de taillis. Il est découpé en morceaux de 13 centimètres de longueur.

Soufflerie. Le vent est chaud.

Nature du produit. Le fourneau travaille en fonte de forge avec un peu de sablerie, comme pièces mécaniques et surtout tuyaux de conduite. La qualité de la fonte est très-bonne sans être de première qualité de Comté.

Roulements. Je n'ai pu avoir communication des roulements, et j'ai seulement l'indication de la composition des charges et du rendement habituel du minerai. Ces documents suffisent pour établir approximativement les consommations du fourneau, mais ils ne peuvent conduire à des résultats précis et certains, aussi je ne les rapporterai pas ici, et je me bornerai à des indications générales sur l'allure du fourneau.

A l'époque où je l'ai visité il marchait avec un mélange de bois et de charbon, dans lequel le bois entrait pour 73 p. o/o du volume total ; cette marche durait depuis six semaines, c'est-à-dire depuis le mois d'août 1837, époque du commencement de l'emploi du bois vert, et avait lieu comme il suit :

1° Aucune modification n'a été faite aux dimensions intérieures du fourneau pour le rendre propre à l'emploi du bois vert.

2° La charge de minerai a été diminuée, de sorte qu'une partie du charbon étant remplacée par un volume convenable de bois, le volume total de la charge est resté à peu près le même.

3° L'allure du fourneau est restée assez régulière, mais les chutes de minerai y sont devenues fréquentes.

4° Le rendement du minerai a été un peu diminué, sans qu'on connaisse avec précision le chiffre de cette diminution, et cet effet doit être attribué en partie aux chutes de minerai, en partie à une plus grande richesse de toute la masse des laitiers, due au refroidissement du fourneau.

5° La production a diminué. Au charbon seul elle était de 80 à 90.000 kilogrammes par mois, elle n'est plus que de 60 à 70.000, et cet effet est dû en partie à la diminution du rendement, et principalement à la diminution de la charge de minerai, qui n'a pas été compensée par l'accélération de la descente des charges.

6° La fonte est restée grise, mais le grain est devenu plus fin. Cette modification n'a d'ailleurs pas nui à sa qualité, soit comme fonte de moulage, soit comme fonte de forge.

7° Il y a économie de combustible. Au charbon seul la consommation de combustible était de 5 à 5 $\frac{1}{2}$ mètres cubes de charbon, soit 17 $\frac{1}{4}$ à 19 stères de bois, ce qui est une assez bonne allure, les minerais rendant environ 33 p. o/o. L'emploi du bois à la proportion d'un peu moins de $\frac{3}{4}$ du volume total paraît avoir donné une économie de combustible de 25 p. o/o de cette consommation primitive, de sorte que 1 stère de bois a remplacé environ $\frac{1}{2}$ mètre cube de charbon.

A cause de la forte proportion de bois les roulements de ce fourneau présenteront beaucoup d'intérêt, si on les connaît, lorsqu'ils auront une assez longue durée; maintenant la seule conclu-

sion que je puisse tirer de l'exemple de ce fourneau, c'est qu'une proportion de bois vert d'un peu moins des $\frac{3}{4}$ du volume total du combustible y donne une allure assez régulière, et y produit une forte économie de combustible, mais diminue le rendement du minerai et la production journalière.

La diminution du produit journalier n'est pas aussi fâcheuse qu'elle paraît d'abord, car il est probable que, par un agrandissement convenable du fourneau, on pourrait la ramener à son chiffre primitif.

Haut-fourneau de Farincourt.

Ce haut-fourneau est situé dans la partie orientale du département de la Haute-Marne, à environ 1 myriamètre sud-est de la petite ville de Fayl-Billot. Il est exploïté par MM. Dufournel et Acarié.

Ce fourneau marche en fonte de forge et traite des minerais pauvres, qui ne rendent que de 23 à 24 p. 0/0.

De tout temps il a été connu pour son excessive consommation de combustible.

Au charbon seul et au vent froid il consommait jusqu'à 11 mètres cubes de charbon de qualité moyenne, pesant environ 210 kilogrammes le mètre; on était parvenu, en modifiant ses dimensions, à l'amener à une consommation d'environ 9 mètres. Mais l'emploi du bois ayant commencé presque aussitôt après ces modifications, on ne connaît pas avec précision ce qu'eût été, avec ces dimensions améliorées, la consommation de combustible dans le travail au charbon seul.

L'emploi du bois a commencé en janvier 1837, et s'est continué depuis sans interruption. Le bois entre pour $\frac{1}{4}$ dans le volume total du combustible; avec cette proportion l'allure est bonne, la qualité de la fonte n'est pas altérée, la production (qui du reste est très-faible, 50 à 60.000 kilogrammes par mois), n'est pas diminuée, et il y a économie de combustible; mais pour la raison ci-dessus je ne puis en préciser le chiffre.

Je ne donne pas d'ailleurs les roulements de ce fourneau à ce mélange de bois et de charbon, parce que ces roulements sont sans intérêt, la consommation totale étant encore de 7 $\frac{1}{5}$ mètres cubes de charbon par 1.000 kilogrammes de fonte, en transformant le bois dans la quantité de charbon qu'il eût donnée à la carbonisation.

Ce fourneau vient d'être mis au vent chaud, et il est probable que les soins éclairés des maîtres de forges, qui l'exploitent maintenant, le ramèneront bientôt à une allure aussi économique que le comporte la pauvreté de ses minerais.

Haut-fourneau de Loulans.

Ce haut-fourneau est situé dans la commune de ce nom, département de la Haute-Saône, à 5 kilomètres ouest de la petite ville de Montbozon. Il est exploité par MM. Angar et Denoix.

Les minerais qu'il consomme sont les minerais en grain, en roche et en poussière, dont j'ai déjà parlé à l'article du haut-fourneau de Fallon. Minerai.

Les mesures locales sont le cuveau de $\frac{1}{5}$ de mètre cube ou 200 litres, et la conge de $\frac{1}{10}$ de cuveau ou de 20 litres.

Castine.

On n'emploie pas de castine, la gangue calcaire du minerai en roche en tient lieu.

Bois de charbonnage.

Le bois de charbonnage est du taillis de 20 ans, qui contient $\frac{1}{5}$ d'essences dures.

Mesures.

La mesure locale pour le charbon est le van de 13 pieds cubes métriques, soit 481 litres.

Bois employé en nature.

Le bois employé en nature était de même espèce que le bois de charbonnage, il était scié en bûchettes de 15 centimètres de longueur. La mesure de consommation était le van de même contenance que celui qui sert pour le charbon.

Soufflerie.

Le vent est chaud.

Fourneau.

Il n'avait été fait au fourneau aucune modification pour l'emploi du bois, voici ses principales dimensions :

Diamètre du gueulard. . . 0m.,67
Diamètre du ventre. 2, 16

L'ouvrage et le creuset ont 0.42 sur 0.81.

Du fond du creuset à la naissance des étalages 0m,95 du côté de la tuyère et du contrevent.

Hauteur des étalages 1,45 des mêmes côtés.

Des 2 autres côtés, les etalages commencent plus bas et sont plus hauts.

Inclinaison des étalages 64 degrés des 4 côtés.

Hauteur totale du fourneau, 6m,83

Nature du produit.

La fonte est grise, et uniquement employée à faire de la sablerie et quelques moulages à découvert.

Travail au charbon seul.

Voici l'ensemble de dix mois de travail au charbon seul; c'est la récapitulation de l'année de forges 1835-36, dont on a retranché deux mois, qui étaient influencés par la mise hors et la mise en feu :

Nombre de charges. 4 595 pour 306 jours, soit par jour 15

Charbon. 9 190 vans = 4.432m.c.,22

Minerai	en grain. . .	2 974 cuveaux =	594m.c.,80
	en poussière	2.460 cuveaux =	492 ,00
	en roche . .	2.699 cuveaux =	539 ,80

Fonte	sablerie	499.470	
	moulages à découvert	76.648	
	gueuse	3.050	19 p. o/o du total.
	bocage	130.470	
		709.638 k. d'où par mois 70.964 k.	

Composition des charges :

Charbon. . . . 2 vans = 0m.c.,963 } 1m.c.,316
Minerai. 17 conges ⅞ = 0 ,353 }

Ainsi ce fourneau travaille à très-grandes charges, eu égard aux dimensions de son gueulard, mais la descente est très-lente.

Consommation aux 1.000 k. de fonte :

Charbon. 6m.c.,235 qui, à 200 k. l'un, pèsent 1.247 k. et qui à 29 p. o/o proviennent de 21 st.,500 de bois.

Minerai	en grain.	0m.c.,838 à 1.920 k. l'un	1.358 k.
	en roche et en poussière	1m.c.,454 à 1.450 k. l'un	2.108
			3.466

Le minerai a rendu 28,8 p. o/o
Les 1.000 k. de charbon ont fondu 2.779 k. de minerai.

Ainsi, eu égard à ses minerais et à son mode de travail, ce fourneau marche assez économiquement au charbon seul.

L'emploi du bois vert a commencé en janvier 1837, et s'est continué pendant six semaines jusqu'au commencement de mars, époque à laquelle il a été interrompu pour des causes étrangères à cet emploi, et depuis lors diverses circonstances fortuites ont empêché MM. Angar et Denoix de reprendre cet essai. Travail au mélange de bois et de charbon.

Voici le roulement du mois de février 1837.

Nombre de charges 458, soit par jour 16 ⅓
Charbon. . . . 687 vans = 330m.c.,78
Bois découpé. . 229 vans = 110m.c.,26

Minerai	en grain. . . .	303 cuveaux =	60m.c.,60
	en poussière. .	210 cuveaux =	42 ,00
	en roche . . .	274 cuveaux =	54 ,80

Fonte	sablerie.	43.220
	moulages à découvert. .	9.476
	bocage	12.742 = 16 p. o/o du total.
		65.438

Composition de la charge :

Charbon. . . .	1 ¾ van	= 0m.c.,722
Bois découpé . .	½ van	= 0 ,240
Minerai. . 17 conges	⅕	= 0 ,344
		1m.c.,306

Dans le mélange de combustible le bois est entré pour ¼ du volume total.

Consommation aux 1.000 k.

Charbon. 5m.c.,055, qui, à 29 pour o/o proviennent de 17st.,482 de bois.

Bois. 1m.c.,685 de bois découpé qui, à 105 pour o/o, provient de 1st.,605 de bois cordé, qui, à 29 pour o/o, eût donné à la carbonisation 0m.c.,465 de charbon.

Ainsi, consommation totale . . . . . . { évaluée en bois — 19st.,087 ; éval. en charb. — 5m.c.,520 }

Minerai { en grain . . . . . 0m.c.,926 à 1.620 k. = 1.500k ; en poussière et en roche 1.479 à 1.450 k. = 2.145k } 645k

Le minerai a rendu 27, 4 pour o/o.

Comparaison du travail au charbon seul avec le travail au mélange de bois et de charbon.

Comparons les résultats du travail au charbon seul avec ceux du travail au mélange de bois et de charbon, dans lequel le bois entre pour ¼ du volume total.

1° Aucune modification n'a été faite aux dimensions du fourneau.

2° La charge de minérai est restée à peu près la même. ¼ de la charge de charbon a été remplacé par volume égal de bois, de sorte qu'on a remplacé une partie du charbon par une quantité de bois insuffisante, c'est-à-dire ne pouvant développer autant de chaleur.

3° La descente des charges a été accélérée, mais d'une très-faible quantité.

4° L'allure n'a pas été dérangée.

5° Le rendement du minerai a été moindre; de 28, 8, il est tombé à 27, 4 p. o/o ; il est possible que cette diminution de rendement soit due à une diminution de richesse, mais il est plus probable que le minerai est resté tout à fait le même, et qu'elle a pour cause l'insuffisance de la quantité de bois qui a remplacé le charbon supprimé.

6° La nature et la qualité de la fonte n'ont pas été altérées : les roulements montrent qu'elle a été aussi facile à mouler, car la proportion de bocage est restée la même.

7° La production a été un peu diminuée, et la différence de 65 $\frac{1}{2}$ à 70 tonnes est assez sensible ; mais il est possible qu'elle ne soit pas due uniquement à l'emploi du bois, car dans un fourneau en sablerie la production est moins fixe que dans un fourneau qui travaille en fonte de forge, parce qu'elle varie quelquefois avec le nombre et l'activité des mouleurs.

8° Il y a eu économie de combustible :

Au charbon seul la consommation de combustible, évaluée en bois était de.	21st.,500 par 1.000k. de fonte
Au mélange de bois et de charbon, elle est de.	19, 087
Économie de combustible . .	2st.,413

ou 11 pour o/o de la consommation primitive.

Autrement

Au charbon seul la consommation de charbon était de	6m.c.,235 par 1.000k. de fonte
Au mélange de bois et de charbon, on n'a consommé en charbon que	5, 055
Différence	1, 180

Ainsi, 1m.c.,180 ou $\frac{1}{5}$ de la consommation primitive de charbon ont été remplacés par du bois, et la quantité de bois qui a opéré ce remplacement ayant été de 1st.,605 de bois cordé, on voit que 1st. de bois a remplacé 0m.c.,73 de charbon.

Ce bois ne peut développer autant de chaleur que le charbon qu'il remplace, et il est probable que c'est à cette cause qu'est due la diminution de rendement du minerai.

MM. Angar et Denoix se proposent de reprendre leurs essais d'emploi de bois ; ils feront bien, je pense, de ne remplacer le charbon que par une quantité équivalente de bois, et pour cela il faudra diminuer la charge de minerai, car le fourneau travaillant déjà à grandes charges, il est difficile d'augmenter le volume de la charge de combustible.

Hauts-fourneaux de Clerval.

Les hauts-fourneaux de Clerval sont situés aux portes de la ville de ce nom, dans le département du Doubs. Ils appartiennent à MM. Bouchotte.

En janvier 1836, on a commencé des essais de bois vert dans l'un de ces hauts-fourneaux, et on les a continués pendant plusieurs mois ; la proportion du bois a été progressivement augmentée, et on est arrivé jusqu'à en mettre $\frac{1}{3}$ du volume total du combustible employé ; avec cette proportion l'allure du fourneau est restée ce qu'elle eût été au charbon seul ; mais alors ce fourneau était en mauvais état, et consommait beaucoup, de sorte que de ces essais on ne peut rien conclure, relativement à l'économie de combustible qui peut résulter de l'emploi du bois.

Je vais maintenant dire ici quelques mots des résultats qui ont été obtenus de l'emploi du bois vert dans les hauts-fourneaux de Plons, West-point et Sumbola. J'emprunte ces résultats aux notices qui ont été publiées à ce sujet.

Les essais de bois vert faits à Plons en 1834, avaient donné des résultats très-avantageux, on obtenait économie de combustible et augmentation de production journalière (1). Haut-fourneau de Plons.

Il paraît cependant que ces essais n'ont pas été continués; je n'ai pas visité les lieux, mais voici les renseignements que j'ai recueillis à ce sujet :

Il paraît que l'emploi du bois ayant été interrompu par suite de circonstances fortuites, et le travail ayant été continué au charbon seul, on aurait obtenu du charbon seul la plus grande partie des avantages d'allure qui s'étaient présentés pendant l'emploi du bois. D'après cela, on aurait été disposé à attribuer ces avantages, non plus au bois, mais à quelques modifications dans les dimensions, ou la conduite du fourneau, ou dans la soufflerie, de sorte qu'on n'aurait pas repris l'emploi du bois.

Il est possible qu'il en soit ainsi, car malgré l'économie de 25 p. o/o qui a accompagné l'emploi du bois, la consommation de combustible telle qu'elle était pendant cet emploi était encore aussi considérable qu'elle eût dû être au charbon seul, dans un fourneau bien construit.

Au haut-fourneau de Westpoint (Etats-Unis) (2), les minerais sont riches, mais réfractaires, les charbons sont de mauvaise qualité, et le vent est froid. Haut-fourneau de Westpoint.

---

(1) Voyez *Annales des mines*, 3e série, tome VI, Notice par M. Combes.

(2) Voyez *Annales des mines*, 3e série, tom. IX, Notice par M. Michel Chevalier.

Dans le travail au charbon seul on consommait par 1.000k. de fonte de forge, de 1.600k. à 1.700k. de charbon pesé au moment de l'emploi. Cette consommation est très-considérable.

Dans le mélange de bois et de charbon la proportion de bois s'est élevée jusqu'à $\frac{1}{7}$ du volume total; ce bois a remplacé le charbon volume pour volume, l'allure du fourneau, au lieu d'être dérangée, est devenue plus régulière, et la production a été augmentée.

Ces bons effets du bois sont attribués à son influence sur la combustion du charbon, qu'il soutient et rend plus perméable au vent des soufflets.

Quoique ces charbons soient de mauvaise qualité, et quoique le bois de charbonnage et le bois employé en nature contiennent une petite quantité de bois résineux, toutes causes qui tendent à rapprocher le bois du charbon, sous le rapport des quantités de chaleur qu'ils peuvent développer à volume égal, néanmoins il n'est pas probable que le bois employé en nature dans cette usine puisse, à volume égal, développer autant de chaleur que le charbon qu'il remplace; de sorte que, si cette allure se continue d'une manière régulière sans blanchiment de la fonte et sans diminution de rendement du minerai, et si d'un autre côté il n'a été fait aux dimensions intérieures du fourneau, simultanément avec l'emploi du bois, aucune modification qui puisse diminuer la consommation de combustible, il n'est possible de concevoir ce remplacement du charbon par le bois volume pour volume, qu'en admettant une action mécanique du bois de la nature de celle qui vient d'être indiquée, et qui aurait pour effet de permettre au charbon de brûler plus utilement dans

le haut-fourneau. Cette même action mécanique pourrait régulariser la descente des charges, et rendre compte de l'amélioration d'allure survenue dans le fourneau depuis l'emploi du bois.

Haut-fourneau de Sumbola.

Le haut fourneau de Sumbola (Finlande) (1), marche au bois de pin seul, sans mélange de charbon.

Le minerai rend 29 pour 0/0, la fonte est grise, la production mensuelle n'est que de 38.000k.. D'après la notice des *Annales des mines*, la consommation de bois est, terme moyen, d'un roulement de trois mois, de 28st. par 1.000k. de fonte; le roulement cité par M. Dumas, et qui correspond à la meilleure allure du fourneau, ne porte cette consommation qu'à 15 stères.

Ce dernier chiffre constituerait une allure assez économique, mais le premier représente une dépense de bois de beaucoup supérieure à celle qui a lieu dans les hauts-fourneaux ordinaires qui n'employent le bois qu'après carbonisation.

La trop grande différence de ces deux nombres doit faire craindre quelque erreur, et comme d'ailleurs la consommation de charbon qui avait lieu dans le fourneau, lorsqu'il travaillait au charbon seul, est portée à un taux excessif (22 $\frac{1}{2}$ mètres cubes de charbon, soit 45 stères de bois par 1.000k. de fonte), on ne peut conclure qu'une seule chose de l'exemple de ce fourneau, c'est qu'il est possible d'alimenter les hauts-fourneaux avec le bois vert seul sans mélange de charbon.

---

(1) Voyez le tome IV *de la Chimie* appliquée aux arts de M. Dumas, et les *Annales des mines*, 3e série, tome IV, Notice extraite des Annales des mines russes.

Économie de combustible qui peut résulter de l'emploi du bois vert dans les hauts-fourneaux.

De l'ensemble des exemples que je viens de citer, il résulte que, terme moyen, 1st. de bois vert de taillis de 18 à 25 ans, d'essences mêlées, mais non compris les essences résineuses (1), peut dans les hauts-fourneaux remplacer $\frac{1}{2}$ mètre cube du charbon qui proviendrait de cette espèce de bois par la carbonisation en forêt, ce charbon étant mesuré au moment de l'emploi, c'est-à-dire à la sortie de la halle.

Ce stère de bois contient autant de carbone, et peut par suite développer autant de chaleur que 0m.c.,64 de charbon, il n'en remplace que 0m.c.,50 : cette différence peut venir en partie de la chaleur employée à chasser l'eau hygrométrique; mais elle vient presque uniquement de ce que le bois se brûle dans le haut-fourneau moins complétement que ne fait le charbon, ce qu'on reconnaît à l'augmentation de la flamme du gueulard, qui indique une plus forte proportion de matières combustibles dans les gaz qui s'échappent du fourneau.

Ainsi, sous le rapport de l'économie de combustible, l'emploi du bois en nature équivaut à un procédé de carbonisation qui ferait rendre au bois, au lieu de 29 pour o/o en volume qu'il rend habituellement à la sortie de la halle, 50 pour o/o

(1) Pour les essences résineuses les résultats définitifs seraient sans doute les mêmes, mais les chiffres seraient différents, parce que, à la carbonisation, leur rendement en volume est plus considérable que celui des autres essences. D'ailleurs les essences résineuses ne sont ordinairement carbonisées qu'à l'état de futaie.

en volume, avec augmentation proportionnelle du rendement en poids (1).

D'après cela, l'économie de combustible qui résulterait de la substitution complète du bois au charbon serait mesurée par la différence des nombres 29 et 50, c'est-à-dire qu'elle serait de 42 pour o/o (2).

Si donc dans un fourneau on pouvait remplacer la totalité du charbon par du bois sans déranger son allure et sans altérer ses produits, et si le bois y était alors aussi avantageusement employé qu'il l'est dans son mélange avec le charbon, l'emploi du bois réaliserait une économie de combustible de 42 pour o/o de la consommation primitive.

La plus forte proportion, dont jusqu'ici l'expérience ait sanctionné l'emploi et qui ait donné lieu à une pratique régulière et usuelle sans aucun inconvénient, est celle de moitié du volume total de combustible.

Avec cette proportion 1st. de bois remplaçant toujours $\frac{1}{2}$ mètre cube du charbon, l'économie de combustible est de 14 pour o/o.

Ainsi, 14 pour o/o est l'économie de combustible que, dans l'état actuel de l'expérience métallurgique, on peut attendre de l'emploi du bois vert dans les hauts-fourneaux.

---

(1) Le rendement habituel est de 17 p. 0/0 en poids ; ainsi il serait de 29,3 p. 0/0.

(2) Le maximum théorique de cette économie serait atteint si on parvenait à remplacer 0m.c.,64 de charbon par 1 stère de bois, alors cette économie aurait pour mesure la différence des nombres 29 et 64, c'est-à-dire qu'elle serait de 55 p. 0/0 de la consommation primitive, limite que j'ai indiquée au commencement de ce mémoire ; mais il est à peu près impossible d'atteindre ce maximum.

Cette économie croîtra à mesure qu'on dépassera la proportion de moitié bois, moitié charbon, à laquelle elle est relative.

Économie d'argent qui peut résulter de l'emploi du bois vert dans les hauts-fourneaux.

1$^{st.}$ de bois remplaçant $\frac{1}{2}$ mètre cube de charbon mesuré à la sortie de la halle, qui, à raison de 29 pour o/o provient de 1$^{st.}$ $\frac{7}{10}$ de bois, l'emploi du bois donnera une économie d'argent toutes les fois que pour acheter, rendre à l'usine et découper 1$^{st.}$ de bois, il en coûtera moins que pour acheter et carboniser 1$^{st.}$ $\frac{7}{10}$, et pour rendre à l'usine le charbon qui en proviendra.

Cette économie d'argent sera très-variable avec les localités ; les deux principaux éléments dont elle dépend sont la distance des coupes, ou, plus exactement, les frais de transport du bois, et surtout le prix des bois sur pied.

Ce dernier élément est très-différent pour les diverses contrées, et je vais donner l'évaluation approximative de l'économie pour chacune de ses principales valeurs, et pour une usine qui serait située dans les conditions les plus habituelles sous le rapport de la distance aux coupes de bois qui l'alimentent.

Prix du bois, rendu à l'usine et découpé. .	Par stère de bois cordé.
Achat sur pied. Le prix du stère sur pied varie d'une contrée a l'autre, je le désignerai par	*a*
Abattage, façon, cordage. Le prix le plus général est de 0fr.,50 par stère ; mais il faut en déduire 0fr.,20 pour le produit de la vente des branchages et du menu, il reste.	0 fr. 30
Transport à l'usine. Cet élément varie à la fois avec la position de l'usine et avec la proportion de bois en nature qu'elle emploie. Il y a peu de hauts-fourneaux qui ne pourront tirer d'une distance	
A reporter. .	0 fr. 30

Report. . .	0 fr. 30
moyenne de 8 kilomètres (deux lieues de poste), le bois qu'ils emploieront en nature, car ils le prendront dans les coupes les plus voisines, réservant les plus éloignées pour la carbonisation. S'ils n'employent que du bois ils devront l'aller chercher plus loin.	
Je supposerai une distance moyenne de 10k. qui sera généralement trop forte pour les hauts-fourneaux consommant moitié bois, moitié charbon, et un peu trop faible pour la plupart de ceux qui ne consommeraient que du bois.	
Le stère de bois vert peut être évalué à 360k., terme moyen, et le transport coûtant 0fr.,25 par 1.000k. et par kilomètre, cela fait par stère.	0, 90
Empilage à l'usine. Cet élément sera variable avec l'emplacement de l'usine et les facilités qu'on aura de transporter en toute saison ; autant que le permettront l'état des chemins et les conditions imposées pour la vidange des coupes, il ne faudra amener le bois à l'usine qu'à mesure des besoins, et dans tous les cas il faudra un emplacement assez vaste pour que l'empilage ne s'élève jamais très-haut, soit terme moyen.	0, 10
Sciage et fente. La dépense nécessaire pour apporter le bois à la scie, le scier, le fendre, et le porter au gueulard a été déterminée ci-dessus, ci.	0, 70
Total	a + 2, 00

C'est-à-dire que, terme moyen, pour abattre, amener à l'usine et découper un stère de bois il faudra dépenser 2 fr.

Prix du charbon rendu à l'usine.	Par stère de bois cordé.
Achat sur pied.	a
Abattage, façon, cordage, comme ci-dessus, déduction faite du produit de la vente des branchages. . . .	0fr. 30
Transport à la faulde, terme moyen.	0, 10
Dressage d'après les prix habituels.	0, 14
Cuisage (carbonisation proprement dite), d'après les prix habituels.	0, 08
Transport du charbon à l'usine. Le stère de bois pesant 360k rend, à 17 p. 0/0, 65k de charbon ; la distance moyenne des coupes peut être évaluée à 15 kilomètres (3 lieues 3/4 de poste), et les frais de transport à 0fr.,35 par 1.000k et par kilomètre (à raison des difficultés particulières de ce transport), ainsi le transport coûte.	0, 34
Emmagasinage du charbon et remplissage des rasses. Soit pour cela.	0, 04
Total.	a + 1, 00

C'est-à-dire que, terme moyen, pour abattre et carboniser un stère de bois, et pour amener à l'usine le charbon qui en provient, il faut dépenser 1 franc.

Ainsi, pour 1 stère $\frac{7}{10}$, c'est 1,7 (a + 1).
Par suite l'économie résultant de l'emploi du bois vert sera de :

$$1{,}7\,(a+1)-(a+2^{f.}),\ \text{ou}\ 0{,}7\times a-0{,}30.$$

Par stère employé en nature.

Cette économie est positive tant que le prix du stère de bois sur pied dépasse 45 cent. ; ainsi elle est positive pour la presque totalité des usines à fer placées relativement à la distance des coupes, dans les conditions moyennes que j'ai supposées ci-dessus.

Voyons maintenant quel est, pour les diverses parties de la France, le prix des bois consommés par les forges.

Prix des bois en France.

Sauf un petit nombre de localités exceptionnelles, ces prix ont toujours été en croissant depuis 1822, c'est-à-dire depuis la loi de douanes, qui, en élevant les tarifs, a rendu à peu près impossible l'entrée des fers étrangers.

A l'automne de 1836, c'est-à-dire à l'époque des ventes de coupes de bois de cette année, il y a eu une hausse brusque et très-considérable, qui avait pour cause la hausse extraordinaire que les fontes et les fers venaient d'éprouver.

Cette hausse des fers, qui était due plutôt à la spéculation qu'à une augmentation de demandes pour des besoins réels, a cessé dans les premiers mois de 1837, et les fers sont revenus aux prix qu'ils avaient auparavant, et sont même descendus au-dessous; néanmoins les ventes de bois de l'automne 1837 se sont faites, dans plusieurs contrées du moins, à des prix presque égaux à ceux

de 1836; mais il n'est guère possible que ces prix se maintiennent, et il est probable qu'ils baisseront un peu sans descendre toutefois jusqu'au taux de 1835.

Ces deux années, 1836 et 1837, présentant une anomalie, je prendrai ici pour le taux régulier du prix actuel des bois des prix analogues à ceux de 1835, et seulement un peu plus élevés.

Ceci posé, voici quels sont en France les prix du stère de bois de charbonnage acheté sur pied dans les principaux districts de forges :

1 f. 50 c. Morbihan, Côtes-du-Nord.
2 00 Ille-et-Vilaine, Mayenne, Haute-Vienne, Indre, Dordogne, Lot-et-Garonne, Charente.
2 50 Partie de la Côte-d'Or et des Ardennes.
3 00 Partie de la Côte-d'Or et des Ardennes, Jura, Vosges, Nièvre, Cher.
3 50 Doubs, Meuse, Eure.
4 00 Partie de la Haute-Saône.
4 50 Partie de la Haute-Saône, presque toute la Haute-Marne.
5 00 et 6 fr. Partie de la Haute-Marne qui avoisine Saint-Dizier.

On voit que ces prix permettent à la plupart des usines d'obtenir de l'emploi du bois une économie assez notable.

Soit en effet un fourneau qui, dans le travail au charbon seul, consomme par 1.000 kilogr. de fonte le charbon provenant de 19 stères de bois (environ $5^{m.c.}$,5 de charbon); cette consommation peut être regardée comme la consommation moyenne des hauts-fourneaux qui travaillent bien en fonte de forge et au vent froid.

Ce fourneau, employant un mélange de charbon et de bois à volumes égaux, économisera 14 p. o/o du combustible, d'après ce qui a été dit ci-dessus, et par suite il n'emploiera plus que $16\frac{1}{2}$

stères de bois, dont 12 $\frac{2}{3}$ stères convertis en charbon et 3 $\frac{2}{3}$ stères en nature. D'après cela :

Le prix du stère de bois sur pied étant de $a =$	f. 1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00,	4,50	5,
Au charbon seul il consommait, par 1.000 k. de fonte, 19 stères au prix de $a + 1$ f. soit. .	47,50	57,00	66,50	76,00	85,50	95,00	104,50	114,
Au mélange de bois et de charbon il consommera. . . . 12st. $\frac{2}{3}$ au prix de $a + 1$ f. 3st. $\frac{2}{3}$ au prix de $a + 2$ f. soit	44,51	52,69	60,85	68,93	77,11	85,37	93,53	101,
Économie pécuniaire par 1.000k. de fonte .	2f.,99	4,31	5,65	7,07	8,39	9,63	10,97	12,
Économie en centièmes de la dépense primitive en combustible. . . . . p. o/o.	6,	7,5	8,5	9,3	9,8	10,	10,5	11,

Ainsi l'économie pécuniaire est de 3 fr. à 12 fr. par 1.000 kil. de fonte, soit de 6 à 11 p. o/o de la dépense primitive (1), soit de 3.000 à 12.000 fr. par an pour un haut-fourneau, dont la production annuelle est, terme moyen, de 1 million de

(1) Généralement, soit un haut-fourneau qui, au charbon seul, consommait m stères de bois par 1.000 kil. de fonte. Ces m stères coûtaient $m\ (a + 1)$.

Au mélange de bois et de charbon employés à volumes égaux il consommera $\frac{2m}{3}$ stères de bois convertis en charbon et $\frac{2\ (0{,}29)\ m}{3}$ de bois en nature, il dépensera donc

$$\frac{2\,m\,(a+1) + 2\,(0{,}29)\,m\,(a+2)}{3} \text{ ou } m\,(0{,}86\,a + 1{,}05).$$

L'économie pécuniaire par 1.000 kilogr. de fonte sera en francs, de $m\ (0{,}14\ a - 0{,}05)$.

kilogr.. et qui, relativement à la distance des coupes qui l'alimentent, serait placé dans les conditions moyennes que j'ai supposées ci-dessus.

RÉSUMÉ DE L'EMPLOI DU BOIS VERT DANS LES HAUTS-FOURNEAUX.

Résumons les principaux résultats de l'emploi du bois vert dans les hauts-fourneaux.

1° Le bois vert a été employé en diverses proportions. La plus forte proportion qui jusqu'ici ait donné lieu à une pratique régulière et sans aucun inconvénient est celle de moitié du volume total du combustible : il est permis d'espérer que cette proportion pourra être dépassée.

2° Il est employé dans des fourneaux qui travaillent, les uns en fonte de forge, les autres en sablerie, et l'un d'eux en fonte pour 2ᵉ fusion. Dans la plus grande partie de ces fourneaux le vent est chaud, mais il ne paraît pas une condition nécessaire à l'emploi du bois.

Le vent chaud augmente l'effet utile du bois, comme il augmente celui du charbon, mais il ne paraît pas que l'augmentation soit plus grande pour le bois.

3° Aucune modification spéciale n'a été faite aux hauts-fourneaux pour les rendre propres à l'emploi du bois, et aucun essai n'a été tenté à ce sujet, on les a généralement employés tels qu'ils étaient auparavant pendant le travail au charbon seul; il est probable cependant qu'il y aurait avantage à y faire quelques modifications qui devraient consister surtout dans l'exhaussement de la cuve et l'élargissement du gueulard.

4° Généralement le volume de la charge de combustible est resté à peu près ce qu'il était au charbon seul, c'est-à-dire qu'une partie du char-

bon a été remplacée par volume égal de bois; mais comme le bois n'a pas, à volume égal, autant de valeur calorifique que le charbon, on a diminué la charge de minerai.

5° La descente des charges s'est en général accélérée, de sorte que la production mensuelle est restée à peu près la même.

6° L'allure des fourneaux est régulière, et ne présente point d'accidents, à l'exception cependant des chutes de minerai qui, dans quelques fourneaux, sont devenues plus fréquentes.

7° Le rendement du minerai n'est généralement pas diminué.

8° La nature de la fonte n'est pas modifiée; elle est restée grise comme elle était auparavant dans tous les fourneaux dont il s'agit; cependant on observe généralement que son grain est devenu plus fin, ce qui indique un premier pas fait vers la nature de la fonte blanche; il est probable que cet effet est dû, soit à une légère diminution de la température dans l'intérieur du fourneau, soit plutôt à l'action des chutes de minerai sur la fonte déjà rassemblée dans le creuset.

Cette modification est d'ailleurs très-légère, elle ne nuit pas à la qualité de la fonte, soit pour forge, soit pour moulage de première fusion, soit pour refonte. La fonte de forge devient plus aisément affinable, ce qui s'accorde avec le commencement de blanchiment qu'elle subit.

9° 1 stère de bois taillis d'essences mêlées (à l'exception des essences résineuses) remplace, terme moyen, dans les hauts-fourneaux, $\frac{1}{2}$ mètre cube du charbon qui provenait de cette espèce de bois.

Ainsi, sous le rapport de l'économie de combustible, l'emploi du bois vert équivaut à un procédé de carbonisation qui, au lieu de 29 p. o/o en

volume, que le bois rend habituellement en charbon mesuré à la sortie de la halle, ferait rendre à ce bois 50 p. 0/0 en volume, avec augmentation proportionnelle du rendement en poids.

D'après cela, si tout le charbon était remplacé par du bois, l'économie de combustible aurait pour mesure la différence des nombres 50 et 29, c'est-à-dire qu'elle serait de 42 p.0/0 de la consommation primitive, mais comme on ne peut jusqu'ici compter que sur l'emploi d'un mélange de bois et de charbon à volumes égaux, ce qui correspond au remplacement du tiers du charbon par du bois, l'économie n'est encore que de 14 p. 0/0.

10°. L'économie pécuniaire est variable d'une usine à l'autre, et dépend surtout du prix du bois et de la distance des coupes : pour les hauts-fourneaux qui, relativement à la distance des coupes, sont placés dans les conditions moyennes, l'économie d'argent serait de 3 fr. à 12 fr. par 1.000 k. de fonte, suivant que le prix du stère de bois sur pied serait de 1 fr. 50 c. à 5 fr.; et pour le prix moyen de 3 fr. 50 c., qui est commun au plus grand nombre de nos usines à fer, cette économie serait de 8 fr. 50 c. par 1.000 k. de fonte, soit 10 p. 0/0 de la dépense de combustible qui a lieu dans le travail au charbon seul, soit 8,500 fr. par an, et par haut-fourneau, pour une production moyenne d'environ 1 million de kilogrammes.

Il existe en France un grand nombre de hauts-fourneaux qui, relativement à la distance des coupes, sont dans des conditions beaucoup plus favorables que les conditions moyennes que j'ai supposées, soit parce que cette distance est moindre, soit parce qu'on peut y flotter le bois. Ces hauts-fourneaux obtiendront de l'emploi du bois des avantages pécuniaires supérieurs à ceux que je viens d'indiquer.

CHAPITRE III.

EMPLOI DU BOIS VERT DANS LES FEUX D'AFFINERIE.

La forge d'Oberbruck (Haut-Rhin), dépendance du haut-fourneau de Massevaux, et exploitée par MM. Stehelin, est la seule où jusqu'ici, à ma connaissance du moins, le bois vert ait été employé.

Cet emploi, commencé au milieu de l'année 1837, n'y est encore qu'à l'état d'essai.

Le bois est scié en bûchettes de 10 centimètres de longueur, et on refend toutes celles qui ont plus de 8 centimètres de diamètre. C'est presque uniquement du bois de pin.

L'emploi du bois a d'abord commencé au vent froid, maintenant le vent est chauffé à la température de 250 à 300 degrés centigrades.

Le bois n'est pas employé à tous les instants de l'opération, et l'est principalement pendant la période de l'affinage qui suit le forgeage de la pièce et la fusion de la gueuse : il ne nuit en rien à la qualité du produit.

Dans le volume total du combustible consommé, le bois n'a pas encore dépassé la proportion de 40 p. o/o, le reste est du charbon de pin.

Autant qu'on en peut juger par les résultats de ces premiers essais, 1 stère de bois de pin remplacerait environ $0^{m.c.},65$ de charbon de pin, tandis qu'à la carbonisation en forêt il n'en donne que $0^{m.c.},44$.

D'après cela on pourrait concevoir l'espérance d'arriver à employer une assez grande proportion de bois vert dans les feux d'affinerie et d'en obtenir une économie notable de combustible; mais cet emploi n'étant encore qu'à l'état d'essai, il serait tout à fait prématuré de rien conclure à présent.

(*La suite à la prochaine livraison.*)

MÉMOIRE

Sur les divers procédés mis en usage pour remplacer, dans les hauts-fourneaux et les feux d'affinerie, le charbon de bois par le bois vert, desséché, ou torréfié ;

Par M. BINEAU, Ingénieur des mines.

(Suite.)

DEUXIÈME PARTIE.

DU BOIS DESSÉCHÉ.

L'emploi du bois desséché et le procédé de dessiccation, tels que je vais les décrire, ont été imaginés et appliqués par M. Gauthier de Montagney (Doubs), qui exploite en Franche-Comté un grand nombre d'usines à Fer.

CHAPITRE PREMIER.

DESSICCATION DU BOIS. — DÉCOUPAGE DU BOIS DESSÉCHÉ.

Séchoirs.

Le bois est desséché dans des séchoirs en maçonnerie qui reçoivent la chaleur perdue des hauts-fourneaux, ou des feux d'affinerie, ou la chaleur de foyers spéciaux.

Les *figures* 1, 2, 3, *Pl. III*, représentent un séchoir chauffé par la chaleur perdue d'un haut-fourneau ou feu de forge.

Ces séchoirs sont à peu près cubiques ; ils ont, suivant les usines, de 2^m,50 à 3^m,50 de côté en carré, sur une hauteur de 2^m,3 à 3 mètres. Le plus généralement ils ont 3^m,30 de côté en carré, sur 2^m,70 de hauteur, ce sont ces dernières di-

mensions qui ont été figurées. Le fond est formé par un plancher en fonte, les côtés verticaux sont en maçonnerie de briques, le toit est horizontal, et formé de briques posées à plat sur des traverses de fonte. Le bois remplit le séchoir, la flamme et les fumées arrivent et circulent sous le plancher en fonte, et de là s'élèvent par de petites cheminées jusqu'au toit du séchoir, d'où elles se répandent dans la masse même du bois qu'elles échauffent au contact immédiat; puis, mêlées aux vapeurs du bois, elles se dégagent dans l'air par de petits ouvreaux ménagés au niveau du fond du séchoir.

Explication des figures.

A Conduit commun à plusieurs séchoirs, et qui y amène les gaz du haut-fourneau ou des feux d'affinerie

B et C Deux registres qui servent à régler l'introduction de la chaleur dans le séchoir.

D Carneau dans lequel la chaleur est d'abord introduite et qui règne sous toute l'étendue du plancher en fonte. Dans ce carneau la flamme circule à volonté, elle n'est arrêtée que par de petits piliers de briques E qui supportent les plaques de fonte.

G Deux petites cheminées ménagées dans l'épaisseur du mur, et qui amènent les gaz et les fumées dans l'intérieur même du séchoir à la partie supérieure.

H Ouvreaux par lesquels s'échappent les gaz et les fumées avec les vapeurs aqueuses du bois.

I Porte de chargement et de déchargement pour le bois.

K Chevalets de fonte ou tasseaux de briques sur lesquels reposent les bûches, afin qu'elles ne s'échauffent pas trop au contact du plancher de fonte.

Quand ces séchoirs, au lieu d'être chauffés par des chaleurs perdues, sont chauffés par des foyers spéciaux, ces foyers sont placés, au nombre de deux par séchoir, à la place du conduit commun

A, et toutes les autres dispositions restent d'ailleurs les mêmes. Ces foyers spéciaux sont alimentés avec du bois, et ils n'ont été employés que comme moyen d'essai préliminaire avant de faire les constructions nécessaires pour supporter les séchoirs à la hauteur du gueulard.

Cette disposition des chambres de dessiccation est bien conçue, et satisfait aux conditions que doivent remplir tous les séchoirs, savoir : l'introduction de l'air chaud par la partie supérieure, et l'échappement de l'air saturé d'humidité par la partie inférieure, de sorte que l'effet utile de la chaleur introduite est aussi grand que possible. La circulation des gaz sous le plancher de fonte a d'ailleurs pour effet d'établir dans la partie inférieure une chaleur aussi élevée et même plus élevée que celle qui a lieu à la partie supérieure, à l'entrée même des gaz, de sorte que l'échauffement et la dessiccation sont parfaitement uniformes.

Le bois est desséché tel qu'il vient des forêts, c'est-à-dire en bûches qui ont généralement de $0^m,7$ à $0^m,8$ de longueur.

Arrangement du bois.

Il est placé sur des chevalets de fonte ou des tasseaux de briques qui ont pour but de faciliter le dégagement des vapeurs et des gaz, et de prévenir le trop grand échauffement qui aurait lieu au contact immédiat du plancher de fonte. A la partie inférieure, les bûches sont régulièrement arrangées par lits superposés, et elles laissent entre elles un intervalle de 4 centimètres environ; les bûches de deux lits successifs se croisent à angle droit. Cet arrangement régulier a pour but de faciliter le passage des gaz; il a lieu seulement sur environ $1^{m.}$ de hauteur; ensuite les bûches sont jetées irrégulièrement et pêle-mêle. Les grosses

bûches sont placées à la partie inférieure où règne la température la plus élevée, et les plus petites sont vers le haut.

Le bois est ainsi empilé sur une hauteur d'environ 2^m; il reste entre le plancher de fonte et le premier lit une distance de $0^m,2$, entre le dessus de la pile et le toit de la chambre une distance de $0^m,5$.

Cet arrangement du bois, régulier sur une moitié de la hauteur avec un grand nombre de vides ménagés exprès, et irrégulier dans le reste de la hauteur, laisse entre les bûches une proportion de vides beaucoup plus grande que celle qui a lieu dans le bois cordé. Un stère de bois cordé ainsi arrangé occupe un volume de $1^{m.c.},3$ à $1^{m.c.},4$, de sorte que le séchoir contient environ 16 stères de bois cordé.

Quand l'empilage est terminé, on ferme avec une maçonnerie postiche la porte de chargement I, on lute les joints avec de l'argile et on donne la chaleur.

Mode de chauffage des séchoirs.

Quand le séchoir est chauffé par des foyers spéciaux (1), le bois brûle sur deux petites grilles qui ont chacune environ $0^m,30$ de largeur sur $0^m,50$ de longueur : on y conduit la combustion avec lenteur et en l'étouffant un peu, afin d'éviter l'inflammation du bois des séchoirs.

Quand le chauffage a lieu au moyen de chaleurs perdues, on a toujours le soin d'employer préalablement ces chaleurs à d'autres usages, par-

(1) Il y a des foyers spéciaux à Vellexon, Trécourt et Breurey ; la dessiccation se fait avec la chaleur perdue du gueulard à Baigne, la Romaine, Étravaux et Montagney, et avec la chaleur perdue des feux d'affinerie à Baumotte, Villersexel, Saint-Georges et le Magny.

ce que, pris trop près du gueulard ou du feu d'affinerie, les gaz auraient une température trop élevée et distilleraient le bois qu'ils doivent seulement dessécher, et en outre parce qu'après cet emploi ces gaz ne peuvent plus servir à aucun autre usage, puisqu'à la sortie des séchoirs ils s'échappent mêlés aux vapeurs aqueuses qu'ils ont dégagées du bois.

Ordinairement dans les hauts-fourneaux la chaleur du gueulard est d'abord employée à chauffer le vent; dans les feux d'affinerie la chaleur perdue chauffe ordinairement des fours d'échauffement pour le fer de tirerie, ou des chaudières de recuit pour le fil de fer, puis elle chauffe le vent, et enfin elle arrive dans les séchoirs.

La *fig*. 5 représente la disposition générale des séchoirs tels qu'ils sont établis au gueulard du haut-fourneau de la Romaine (Haute-Saône).

a Gueulard surmonté d'une cheminée qui entraîne les gaz quand on ne veut pas les employer, et qui, dans le cas contraire, est fermée par un registre de fonte.

b Four d'échauffement pour le vent : il est surmonté d'un conduit qui mène les gaz à la cheminée du gueulard, quand on ne veut pas les employer dans les séchoirs.

c Conduit commun qui reçoit les gaz à leur sortie du four *b*, et les distribue aux séchoirs au moyen de registres.

d Ensemble de 5 séchoirs pareils à celui qui est représenté par les figures 1, 2, 3.

La *fig*. 6 représente la disposition générale des séchoirs, tels qu'ils sont établis sur les feux d'affinerie de l'usine du Magny (Haute-Saône).

a,a 4 feux d'affinerie. Leur chaleur perdue chauffe le vent, recuit le fil de fer, puis arrive aux séchoirs.

c Conduit commun qui reçoit les gaz et les distribue aux séchoirs.
d 11 séchoirs.
e Plate-forme de chargement et de déchargement. Elle est à environ 0m,50 au-dessous du plancher de fonte des séchoirs, et seulement à 3 ou 4 mètres au-dessus du niveau des feux d'affinerie. Les voitures attelées y arrivent par une pente douce.

Ces deux dispositions générales sont très-bien entendues ; dans d'autres usines elles sont moins régulières, parce qu'il a fallu s'y conformer aux conditions d'emplacement qu'elles présentaient.

Les séchoirs du gueulard ou des feux d'affinerie sont souvent supportés par des cadres de charpente, qu'on préfère à la maçonnerie, afin d'économiser l'espace. Alors le massif des séchoirs repose ordinairement sur un ensemble de petits berceaux en briques un peu surbaissés, qui ont 1 mètre d'ouverture, et qui s'appuient sur des traverses de bois posées horizontalement, et appuyées elles-mêmes sur des poteaux montants. Sur l'extrados de ces berceaux on place une couche de sable d'environ 0m,50 d'épaisseur, qui empêche la chaleur de se communiquer à la maçonnerie, et par suite à la charpente ; la surface supérieure de ce sable forme le sol du carneau qui règne sous le plancher de fonte des séchoirs.

Conduite et durée de l'opération.

Pendant les premières heures de l'opération les gaz sortent seuls, le bois n'étant pas encore échauffé ; ensuite ils sortent mêlés à des vapeurs aqueuses ; enfin ils commencent à entraîner avec eux quelques matières charbonneuses du bois, ce qu'on reconnaît à leur odeur, qui devient piquante.

Cette dessiccation n'ayant d'autre but que d'en-

lever au bois l'eau hygrométrique qu'il renferme, on pourrait l'arrêter aussitôt que paraissent ces vapeurs noires et piquantes, qui indiquent un commencement de distillation; mais en général on laisse continuer l'opération encore pendant quelques heures, afin d'obtenir une dessiccation complète jusqu'au centre des bûches. La durée de l'opération est variable avec la quantité de chaleur qu'on introduit dans le séchoir; ordinairement elle est de 48 heures : avec moins de chaleur la dessiccation est plus lente, et cette lenteur n'a d'autre inconvénient que d'exiger un plus grand nombre de séchoirs; avec plus de chaleur l'opération est accélérée, mais elle est accompagnée dès l'origine d'un commencement de distillation. Cet excès de chaleur n'a d'ailleurs pas l'inconvénient de pouvoir enflammer le bois, car les gaz qui s'échappent des hauts-fourneaux et sans doute même ceux qui s'échappent des feux d'affinerie ne sont pas oxidants, et ne pourraient opérer cette inflammation que dans le cas où, y introduisant de l'air atmosphérique pour les brûler et augmenter leur chaleur, on l'introduirait en excès.

Lorsqu'on reconnait que la dessiccation est achevée, on ferme les registres de manière à interrompre complétement l'introduction de la chaleur, on bouche hermétiquement tous les ouvreaux au moyen de tampons en briques, dont on lute les bords, et on laisse refroidir : si on laissait les ouvreaux ouverts après la fermeture des registres, l'air atmosphérique, n'étant plus repoussé par le courant de gaz et de vapeurs, s'introduirait dans le séchoir et enflammerait le bois.

Le refroidissement dure ordinairement 24 heu-

res; après ce laps de temps on peut ouvrir le séchoir et défourner le bois.

La conduite de l'opération ne présente pas de difficulté, et l'opération elle-même n'a d'autre inconvénient que les vapeurs acides qui se dégagent par les ouvreaux à la fin de la dessiccation, et par les fissures des ouvreaux pendant le commencement du refroidissement. Ces vapeurs gênent peu les ouvriers, pourvu qu'on ait le soin de leur ménager de nombreuses issues à travers le toit.

Un des séchoirs du haut-fourneau d'Étravaux a sauté, et cet accident doit sans doute être attribué à l'explosion du gaz hydrogène, qui, développé par un commencement de distillation, aura été enflammé par une introduction accidentelle d'air atmosphérique.

État auquel la dessiccation amène le bois.

Le bois desséché a une couleur brun foncé qui prouve qu'il a subi un commencement de distillation.

La couleur du bois desséché est très-uniforme du centre à la circonférence des bûches, et dans toutes les parties du séchoir.

Pour l'usage de la forge le bois est plus fortement desséché que pour l'usage du haut-fourneau, c'est-à-dire que le commencement de distillation qu'il subit dans tous les cas est poussé à un terme plus avancé.

Ce bois desséché est un peu hygrométrique; mais ce fait est sans importance pour les usines, attendu que l'absorption d'eau est très-peu considérable, et surtout très-lente, tandis que le bois desséché est et doit être nécessairement employé à mesure de la dessiccation.

Perte en poids.

La perte de poids opérée par la dessiccation

n'est pas connue d'une manière précise, elle correspond à toute la proportion d'eau hygrométrique contenue dans le bois, et de plus, à une petite quantité de matières combustibles entraînées par le commencement de distillation : d'après cela, il est probable que pour des bois qui, terme moyen, ont 6 mois de coupe, et contiennent environ 30 pour o/o d'eau hygrométrique, cette perte en poids est de 30 à 40 pour o/o, suivant le terme auquel a été poussé le commencement de distillation.

La perte en volume est mieux connue, parce que c'est au volume qu'on mesure le bois vert et le bois desséché. Perte en volume.

Dans le séchoir, la hauteur du bois empilé qui le remplit diminue généralement de $\frac{1}{6}$, il y a en outre une légère diminution dans les autres sens; mais, comme il est inutile de corder le bois après dessiccation, on ne connaît pas avec précision le rapport du volume du bois cordé vert et du bois cordé sec qui en provient, la seule chose qu'on connaisse, et la seule qui importe à l'usine, c'est le rapport du volume du bois cordé vert et du bois desséché et découpé qui en provient.

Au haut-fourneau de Breurey, la corde de 100 pieds cubes ou $3^{m.c.},704$ donne en bois desséché et découpé $5\frac{1}{2}$ à $5\frac{3}{4}$ cuveaux de $0^{m.c.},55$ l'un, soit 83 pour o/o.

Au haut-fourneau du Magny la même corde donne 6 cuveaux de $\frac{1}{2}$ mètre, soit 81 p. o/o; généralement le rendement pour les hauts-fourneaux est de 80 p. o/o en volume, c'est-à-dire que $1^{st.}$ de bois vert cordé donne $0^{m.c.},8$ de bois sec découpé.

A la forge de Villersexel la même corde donne 5 cuveaux de $\frac{1}{4}$ de mètre, soit 71 p. o/o; à

celle de Saint-Georges la corde de 90 pieds cubes ou $3^{m.c.}$,33 donne 4 cuveaux $\frac{4}{10}$ de $\frac{1}{2}$ mètre cube, soit 66 p. o/o.

Généralement pour les feux d'affinerie on peut admettre 70 p. o/o.

Travail d'un séchoir. La durée moyenne d'une opération est de 4 jours, savoir : 1 pour enfourner et défourner, 2 pour sécher et 1 pour refroidir; à $16^{st.}$ par opération, cela fait par jour et par séchoir $4^{st.}$ de bois soumis à la dessiccation.

Un haut-fourneau qui brûle environ moitié charbon, moitié bois desséché, comme ceux que je citerai plus loin, consomme, par 1.000k. de fonte, le bois desséché provenant d'environ $4^{st.}$ de bois cordé; ainsi, il faut à ce fourneau autant de séchoirs qu'il fait par jour de milliers de kilogrammes de fonte.

Aux hauts-fourneaux d'Etravaux et de Baigne il y a trois séchoirs, 4 à Trécourt et Breurey, et 5 à la Romaine.

Un feu d'affinerie qui brûle de même environ moitié charbon, moitié bois desséché consomme, par 1.000k. de fer, le bois desséché provenant de 5 $\frac{1}{2}$ à $6^{st.}$ de bois vert, et, comme sa production journalière est d'environ 800k. de fer, un séchoir de dimension moyenne est insuffisant pour un feu d'affinerie, et il en faut généralement 3 pour 2 feux.

Découpage du bois desséché.

Dimensions des bûchettes. Le bois est découpé après dessiccation, la longueur des bûchettes est généralement de 13 centimètres pour le haut-fourneau et de 8 à 10 pour la forge; on refend, pour le haut-fourneau, toutes cel-

les dont le diamètre dépasse 8 centimètres, et pour la forge celles qui ont plus de 5 à 6 centimètres.

Le seul instrument employé, avec la hache pour refendre, est la scie circulaire; elle est établie absolument comme pour le bois vert et travaille de même. Le bois desséché à l'air est plus difficile à scier et exige plus de force motrice que le bois vert; c'est un fait depuis longtemps admis, et il semblerait qu'il devrait en être de même pour le bois desséché à l'étuve; cependant dans plusieurs usines, où ce bois est employé, ainsi que le bois vert, on admet le contraire, c'est-à-dire que le bois desséché à l'étuve exige moins de force que le bois vert; ce résultat, s'il est exact, doit être attribué au commencement de décomposition que le bois éprouve dans les séchoirs.

Une scie, faisant 1.500 tours par minute, débite en 24 heures en bûchettes de 13 centimètres de longueur le bois sec provenant d'environ 15$^{st.}$, de bois vert cordé.

Frais de dessiccation et de découpage.

Apporter le bois au séchoir, du séchoir à la scie et de la scie au gueulard ou au feu d'affinerie. Les frais de ce transport sont variables avec les dispositions de l'usine, on peut admettre que généralement ils s'élèvent, terme moyen, à 0$^{fr.}$,20 par stère de bois vert cordé.

Enfourner, défourner et surveiller les séchoirs. Deux hommes et un enfant font aisément le travail de 3 séchoirs, qui sèchent ensemble 12$^{st.}$ par jour, ainsi, c'est 3 fr. 60 pour 12$^{st.}$, soit par stère 0$^{fr.}$,30.

Combustible pour le chauffage des séchoirs.

Les séchoirs devant toujours être chauffés par les chaleurs perdues des feux ou fourneaux, cette dépense est nulle, et cet article n'est porté ici que pour mémoire.

Quand, pour essai, on a chauffé les séchoirs avec des foyers spéciaux avant de les placer au gueulard ou sur les feux d'affinerie, on a brûlé dans ces foyers des bois de qualité inférieure, comme le menu des coupes et les essences tendres. Alors, pour dessécher 4st. on brûlait 1st., soit 25 p. o/o en volume. Cette consommation, toute considérable qu'elle est, n'est pas plus forte qu'elle ne doit être; en effet, 1st. de bois à dessécher, composé principalement d'essences dures et ayant terme moyen 6 mois de coupe, pèse environ 360k., le bois qu'on consomme ne pèse guère que 250k. le stère, ainsi on brûle pour la dessiccation 17 p. o/o du poids du bois à dessécher, soit 17k. de bois pour dessécher 100k.; or, le bois à 6 mois de coupe contient environ 30 p. o/o d'eau, de sorte qu'on consomme 17k. de bois pour évaporer 30k. d'eau; ainsi le kilogramme de bois évapore un peu moins de 2 kilogrammes d'eau, ce qui est un résultat suffisant, car ce bois n'a lui-même que 6 mois de coupe, terme moyen, et de plus la dessiccation est suivie d'un commencement de distillation qui consomme un peu de chaleur (1).

Scier et fendre le bois desséché. Dans presque toutes les usines ce travail a lieu à prix fait, et se compose du sciage, de la fente, du remplissage des rasses et du transport des rasses jusqu'à la porte de la chambre de sciage, où les chargeurs ou

(1) Le bois d'un an de coupe employé dans les fourneaux ordinaires à la production de la vapeur d'eau, n'évapore ordinairement que de 2 à 2 ½ fois son poids d'eau.

rouleurs viennent les prendre. Pour les hauts-fourneaux le prix habituel est de 5^c par rasse, dont 6 font le cuveau de $\frac{1}{2}$ mètre cube, soit 60^c par mètre cube de bois découpé : à raison du rendement de 80 p. o/o, c'est 48^c pour la quantité de bois desséché provenant de $1^{st.}$ de bois vert cordé.

Quand la vitesse des scies est très-considérable, le prix est moindre : au haut-fourneau de Trécourt, par exemple, la vitesse étant de 3.000 tours, le prix n'est que de 4^c par rasse, soit $38^{c.}$ par stère de bois vert.

Pour la forge, le prix de la rasse est plus considérable, parce que le bois est débité plus fin : à Saint-Georges, par exemple, où le travail se fait à la journée, ce prix est d'environ 7^c par rasse de $\frac{1}{10}$ de mètre cube l'une, ainsi c'est 70^c par mètre cube de bois découpé, et comme $1^{st.}$ de bois vert cordé ne donne que $0^{m.c.}$,70 de bois sec découpé, cela fait 49^c pour la quantité qui provient de $1^{st.}$ de bois vert cordé.

Généralement on peut admettre que, terme moyen, le découpage du bois desséché coûte 50^c pour la quantité qui provient de $1^{st.}$ de bois vert cordé.

Frais d'établissement et entretien des séchoirs. Un séchoir établi au gueulard ou sur un feu d'affinerie coûte environ 1.800 fr., savoir :

Fonte.	pour le fond, plaques de 2 centimètres d'épaisseur . 2.500k.	4.000k à 200 fr.	800fr.
	pour la toiture, barreaux de même épaisseur. . . 1.500		
Maçonnerie de briques, 20 m.c. à 25 fr. l'un			500
Maçonnerie ou *charpente pour support*, on peut l'évaluer, terme moyen, à			400
Frais divers comme sable, registres, etc.			100
			1.800fr.

Pour intérêt de cette somme et pour entretien, soit 10 p. 0/0, c'est 180 fr.

Le séchoir sèche par jour 4 stères, soit par année de 300 jours 1.200 stères; ainsi, cela fait par stère 15 centimes.

Frais d'établissement et entretien des scies. C'est à peu près comme pour le bois vert, soit 5 centimes pour la quantité de bois sec découpé, provenant de 1 stère de bois vert cordé.

Ainsi, en résumé :

Frais de dessiccation et de découpage, par stère de bois vert cordé.

Transport du bois dans l'intérieur de l'usine aux séchoirs, à la scie et au fourneau	0,20
Dessiccation	0,30
Sciage et fente	0,50
Frais d'établissement et entretien des séchoirs	0,15
Frais d'établissement et entretien de la scie	0,05
Total.	1,20

Les frais de découpage pour le bois vert sont, comme il a été dit ci-dessus, de 0,70 par stère; ainsi l'augmentation de frais résultant de la dessiccation est de 0,50 par stère.

CHAPITRE II.

EMPLOI DU BOIS DESSÉCHÉ DANS LES HAUTS-FOURNEAUX.

Les hauts-fourneaux dans lesquels le bois desséché a été ou est employé, sont ceux de Trécourt, Breurey, Etravaux, Vellexon, Magny, Montagney et Baigne; ils sont tous exploités par M. Gauthier.

C'est dans le fourneau de Montagney qu'ont eu lieu les premiers et les plus nombreux essais dès l'année 1836, sous la direction immédiate de M. Gauthier, et c'est delà que le procédé s'est répandu dans les autres usines de ce maître de forges.

L'emploi du bois desséché n'est pas encore arrivé dans ces usines à l'état de pratique tout à fait régulière et sans accidents, et doit être considéré comme y étant encore à l'état d'essai, quoiqu'il y soit usuel depuis assez longtemps déjà; d'ailleurs je n'ai pas eu communication assez complète des essais et des roulements pour pouvoir en apprécier avec certitude tous les résultats.

Haut-fourneau de Trécourt.

Le haut-fourneau de Trécourt est situé dans la commune de Saint-Andoche, département de la Haute-Saône, à 1 myriamètre Est de la petite ville de Champlitte.

Le minerai est froid et réfractaire, c'est du minerai en grain. **Minerai.**

Les mesures locales sont le cuveau de $\frac{1}{4}$ de mètre cube et la conge de $\frac{1}{12}$ de cuveau ou de 21 litres.

Les mesures pour la castine sont les mêmes que pour le minerai. **Castine.**

Le bois de charbonnage est du taillis de 18 à 25 ans, qui contient environ $\frac{1}{3}$ d'essences dures. **Bois.**

Les mesures de consommation pour le charbon sont le cuveau de $\frac{1}{2}$ mètre et la rasse de $\frac{1}{6}$ de cuveau ou 83 litres.

Le bois desséché est de même espèce que le bois de charbonnage, les mesures de consommation sont les mêmes que pour le charbon.

Le vent est chaud. **Soufflerie.**

Il n'a été fait au fourneau aucune modification pour le disposer à l'emploi du bois. **Fourneau.**

La fonte est grise, uniquement destinée à la forge, avec quelques moulages à découvert. **Produit.**

Travail au charbon seul.

Voici l'ensemble de deux mois, qui représentent l'allure moyenne du fourneau au charbon seul :

Nombre de charges . . .	1.843 pour 61 jours, soit par jour . .		30
Charbon	1.843 cuveaux	= 921m.c.,	5
Minerais	1.178½ cuveaux	= 294,	62
Castine	322 cuveaux	= 80,	5
Fonte . .	148.548k., soit par mois 74.274k.		

Composition habituelle de la charge.

Charbon. 1 cuveau de 6 rasses	= 0 m.c.,500
Minerai. 7 conges ¼	0, 163
Castine. 2 conges $\frac{1}{10}$	0, 43
	0m.c.,706

Consommation aux 1.000k. de fonte.

Charbon. 6 m.c.,203, qui à 210k. l'un, pèsent 1.303k., et qui à 29 p. 0/0 proviennent de 21st.,379 de bois.
Minerai. 1m.c.,983 à 1.620k. l'un, 3.213k.
Ainsi, le minerai a rendu 31,1 p. 0/0
Castine. 0 m.c.,542 à 1.350k. l'un, 732k.

Les 1.000k. de charbon ont fondu	*Minerai*. . . .	2.465k
	Castine	562
		3.027

Appréciée d'après le rapport de la consommation de combustible à la quantité de fonte produite, cette allure paraît peu économique, mais ce reproche disparaît quand on l'apprécie par la comparaison de la consommation de combustible avec le poids des matières fondues, c'est-à-dire quand on tient compte de la pauvreté des minerais et de la grande quantité de castine qu'ils exigent à cause de leur nature réfractaire.

Travail au mélange de charbon et de bois desséché.

L'emploi du bois desséché a commencé avec le fondage actuel en juin 1827.

Voici le roulement de septembre 1827.

Nombre de charges. . .	660 pour 30 jours, soit par jour .		22
Charbon.	416 cuveaux 2 rasses.	= 208m.c.,	17
Bois desséché.	267 cuveaux 3 rasses. . .	= 133	,75
Minerai.	416 cuveaux	= 104	,00
Castine.	15 ½ cuveaux.	= 28	,87
Fonte. . . .	48.323 k.		

Dans le volume total du combustible le bois desséché est entré pour 39 p. o/o.

Composition habituelle de la charge :

Charbon. 3 $\frac{1}{4}$ rasses. . . . . . =	0m.c.,311
Bois desséché. 2 $\frac{1}{2}$ rasses. . . . =	0 ,207
Minerai . 7 $\frac{1}{2}$ conges. . . . . =	0 ,157
Castine. 2 $\frac{1}{2}$ conges. . . . . . . =	0 ,043
	0m.c.,718

Consommation aux 1.000 kil. de fonte :

Charbon. 4m.c.,308, qui, à 29 p. o/o, proviennent de 14st.,855 de bois cordé.
Bois desséché. 2m.c.,747, qui, à 80 pour o/o, proviennent de 3st.,434 de bois vert cordé, qui, à 29 p. o/o, eussent donné 1m.c.,184 de charbon de forêt.

Consommation totale . . . . { évaluée en bois. . . 18st.,289 / évaluée en charbon. 5m.c.,492 }

Minerai. 2m.c.,152 à 1.620 k. l'un. . . . . 3.486 k.
D'où rendement. 28,7 p. o/o.
Castine. 0m.c.,597 à 1.350 k. . . . . . 805 k.

Comparaison. Comparons les résultats du travail au charbon seul, avec les résultats du travail au mélange de charbon et de bois desséché, dans lequel le bois desséché entre pour environ 40 p. o/o du volume total.

1° Aucune modification n'a été faite aux dimensions du fourneau.

2° Une partie de la charge de charbon a été remplacée par un volume un peu plus considérable de bois desséché, et la charge de minerai a été un peu diminuée, de sorte que le volume total de la charge n'a été que très-légèrement augmenté.

3° La descente des charges a été beaucoup plus lente, et la production beaucoup moindre que dans le travail au charbon seul; ces effets sont principalement dus à un ralentissement de la soufflerie

rie, causé lui-même par le manque d'eau; toutefois il est possible qu'une partie de la diminution de production soit due à l'emploi du bois.

4° L'allure du fourneau n'a pas été dérangée et n'a présenté aucun accident, à l'exception de quelques chutes de minerai.

5° Le rendement du minerai est moindre qu'il n'était au charbon seul, mais il est probable qu'une grande partie de cette diminution est due à une diminution de la richesse des minerais, quoique l'emploi du bois ait pu concourir à cet effet, soit par les chutes du minerai, soit par le refroidissement du fourneau.

6° La nature de la fonte n'a pas été changée, elle est restée grise, mais le grain est devenu un peu plus fin, du reste sa qualité n'a pas été altérée.

7° Il y a économie de combustible, en effet :

Au charbon seul la consommation de combustible évaluée en bois, était de.	21st.,379 par 1.000 k. de fonte.
Au mélange de bois desséché et de charbon elle est de.	18 ,289
Économie. . .	3st.,090

ou 14,4 p. 0/0 de la consommation primitive.

Autrement,

Au charbon seul la consommation en charbon était de	6m.c.,203
Au mélange de bois et de charbon on ne consomme de charbon que.	4 ,308
Différence. . .	1m.c.,895

Ainsi on a supprimé 1m.c.,895 de charbon, ou environ $\frac{1}{3}$ de la consommation primitive, et on les a remplacés par 2m.c.,747 de bois desséché, provenant de 3st.,434 de bois vert cordé, de sorte que 1 m. c. de bois desséché a remplacé 0m.c.,69

de charbon, et que le bois desséché provenant de 1 stère de bois vert cordé, a remplacé 0m.c.,55 de charbon.

Haut-fourneau de Breurey.

Le haut-fourneau de Breurey est situé dans la commune de Sorans, département de la Haute-Saône, à 5 kilom. sud de Rioz, sur la droite de la route de Vesoul à Besançon.

On emploie deux espèces de minerais, le minerai en grain et le minerai en roche dont j'ai déjà parlé. Minerais.

Les mesures de consommation sont le cuveau, de 1/4 de mètre cube, et le conge de 1/12 de cuveau ou de 21 litres.

On emploie de la castine, mais elle ne figure pas au roulements, de sorte que je n'en indique pas la quantité. Castine.

Le bois de charbonnage est du taillis de 20 ans, composé de 3/4 d'essences dures. Bois.

Les mesures de consommation pour le charbon sont le cuveau de 1/2 mètre cube, et la rasse de 1/6e de cuveau ou de 83 litres.

Le cuveau pèse 115 kilog. au moment de l'emploi, soit 230k. pour le mètre cube.

Le bois employé en nature est de même espèce que le bois de charbonnage.

Les mesures de consommation sont les mêmes que pour le charbon, seulement les rasses sont un peu plus remplies, de sorte que le cuveau de bois desséché contient 0m.c.,55.

L'emploi du bois desséché a été commencé au vent froid, maintenant le vent est chaud. Soufflerie.

Fourneau.

Il n'a été fait au fourneau aucune modification pour l'emploi du bois.

Voici ses principales dimensions, telles qu'elles sont maintenant :

Diamètre du gueulard.	0m.,67	
Diamètre du ventre.	2, 11	
Côté du creuset et de l'ouvrage.	0, 61	en carré.
Du fond du creuset à la tuyère.	0, 51	
Du fond du creuset à la naissance des étalages.	0, 95	
Hauteur des étalages.	2, 16	
Hauteur totale.	9, 11	
Inclinaison des étalages.	72	degrés.

Nature du produit.

La fonte produite est en partie en gueuse, en partie en moulages, elle est grise et sa qualité varie avec celle des minerais employés.

Depuis qu'on emploie le bois, les minerais ne sont plus les mêmes que ceux qu'on employait autrefois au charbon seul, le minerai en grain est plus refractaire, et on emploie une beaucoup plus forte proportion de minerai en roche, qui est pauvre ; ainsi le mélange est devenu plus pauvre et plus réfractaire : de plus, la fonte qui autrefois était coulée presque entièrement en gueuse, est maintenant pour moitié environ employée à des moulages, de sorte qu'il est impossible de rien conclure de la comparaison des résultats du travail au charbon seul avec ceux du travail au mélange de bois et de charbon. Pour ces raisons je ne citerai pas les roulements au charbon seul.

L'emploi du bois a été commencé en novembre 1836; il y a d'abord eu un fondage au vent froid, en voici les résultats :

Du 10 novembre 1836 au 9 juin 1837 (7 mois).

Nombre de charges. 5.459 pour 212 jours, soit par jour 26.
Charbon. . . . . . 4.704 cuveaux. . . . . = 2.352m.c.,00.
Bois desséché. . . . 811 1/2 cuveaux. . . = 446m.c.,33.
Minerai. { en grain. 2.837 cuveaux. . . . = 709m.c.,25. / en roche. 1.069 cuveaux . . . = 267m.c.,25.
Fonte. . . . . . . 439.060k. soit par mois. . 62.723k., dont moitié en gueuse, et le reste en sablerie et en moulages à découvert.

Travail au mélange de charbon et de bois desséché, et au vent froid.

Dans le volume total du combustible employé, le bois desséché est entré pour 16 p. o/o.

Composition habituelle de la charge.

Charbon.	5 rasses.	=	0m.c.,415
Bois desséché. . . .	1 rasse.	=	0, 091
Minerai.	8 conges ½	=	0, 179
			0, 685

Consommation aux 1.000 kilog. de fonte.

Charbon . . . . 5m.c.,355, qui à 29 p. o/o proviennent de 18st.,465 de bois cordé.
Bois desséché. . . 1m.c.,016, qui à 80 p. o/o proviennent de 1st.,270 de bois cordé, qui à 29 p. o/o eût donné 0m.c.,368 de charbon de forêt.

Consommation totale. { Evaluée en bois. . . . . 19st.,735 / Evaluée en charbon. . . 5m.c.,723

Minerai.	en grain. . . .	1m.c.,615 à 1.620k.	=	2.616k.
	en roche . . .	0, 608 à 1.450	=	882
				3.498

D'où rendement du minerai 28,6 p. o/o.

Le vent chaud a commencé avec le fondage en juillet 1837. — Voici le mois d'août 1837.

Travail au mélange de charbon et de bois desséché, et au vent chaud.

Pendant 6 mois le bois desséché a été mélangé d'environ $\frac{1}{10}$ de bois vert; ce bois vert était du menu des coupes en morceaux de 2 à 3 centimètres de diamètre.

Nombre de charges. 623 pour 31 jours, soit par jour 20.
Charbon . . 340 cuveaux . . . . . . = 170m.c.,00

Bois { *desséché.* . . . 257 cuveaux . . = 141,35 / *vert* . . . . . 25 cuveaux . = 13,75 } 155m.c.,10

Minerai. 420 cuveaux. . . . . = 105m.c.
Fonte. 49.085k.

Dans le volume total du combustible employé, le bois est entré pour 48 p. o/o.

Composition moyenne de la charge.

Charbon	3 rasses	. . . . . .	0m.c.,270
Bois	2	. . . . . .	0 ,250
Minerai	8	$\frac{1}{10}$	0 ,168, dont 1 congé en roche et le reste en grain.
			0 ,688

Consommation aux 1.000k. de fonte.

Charbon. 3m.c.,463, qui, à 29 p. o/o, proviennent de 11st.,907 de bois

Bois. { *desséché*. 2m.c.,879, qui, à 80 p. o/o, proviennent de 3.599 de bois vert cordé
vert . . . . 0m.c.,280 de bois découpé, qui proviennent de . . . . 0,280 de bois vert cordé.

Total. 3st.879

qui à 29 p. o/o eussent donné 1m.c.,125 de charbon de forêt.

Consommation totale de combust. { évaluée en bois . 15st.,786 / évaluée en charb. 4m.c.,588

Minerai . . . 2m.c.,139, qui, à 1.600k. l'un, font 3.422k.
Soit un rendement de 29,2 p. o/o.

Avec ce mélange de charbon et de bois, dans lequel le bois entrait pour un peu moins de moitié du volume total, l'allure a été régulière et sans accidents. La production mensuelle a été très-faible, et le bois peut avoir un peu concouru à cet effet; mais il est dû principalement à diverses causes étrangères, et principalement à la diminution de richesse des minerais, à l'exhaussement de l'ouvrage, déterminé par leur nature réfractaire, à l'emploi d'une partie de la fonte en moulages en puisant dans l'avant-creuset, enfin surtout au désir, que pour divers motifs on avait, de ne pas activer la production.

L'économie de combustible réalisée par l'em-

ploi du bois est certaine, mais ne peut être précisée à défaut d'un roulement au charbon seul, opéré dans les mêmes circonstances et avec les mêmes minerais.

Si on veut l'apprécier approximativement, on peut admettre qu'avec ces minerais pauvres et réfractaires, et le vent chaud, le travail au charbon seul, eût exigé $5^{m.c.}$,50 de charbon ou $19^{st.}$ de bois par $1.000^{k.}$ de fonte.

Alors on aurait :

Consommation de combustible dans le travail au charbon seul.	19st.,000
Consommation de combustible au mélange de bois sec et de charbon	15st.,786
Économie	3st.,214.

Ou 17 p. o/o de la consommation primitive.

Autrement :

Consommation de charbon au charbon seul	5m.c.,500
Au mélange de bois et de charbon on ne consomme que	3, 463
Différence	2, 037

On aurait supprimé 2m.c.,037 de charbon, soit 37 p. o/o de la consommation primitive, et on l'aurait remplacé par le bois sec provenant de 3st.,879 de bois vert; ainsi 1 st. de bois vert aurait remplacé 0 m.c.,525 de charbon de forêt.

Haut-fourneau de Vellexon.

Ce haut-fourneau est situé dans la commune de ce nom, département de la Haute-Saône, dans la direction de Vesoul à Gray, et à peu près à égale distance de ces deux villes.

Il ne traite que des minerais en grain de très-bonne qualité, et ne fait que de la fonte grise pour forge; cette fonte est de première qualité de Comté.

Au charbon seul et au vent chaud il produisait, terme moyen, 90 mille kilogrammes par mois, et

consommait par 1.000k de $5^{m.c.}$,5 à $6^{m.c.}$ de charbon, contenant $\frac{2}{3}$ environ de charbon dur : les minerais rendaient de 32 à 33 p. o/o.

L'emploi du bois sec a commencé avec un fondage vers le commencement de 1837, il entrait pour moitié dans le volume total du combustible.

Pendant les trois premiers mois le fourneau a assez bien marché avec ce mélange : le rendement du minerai était un peu diminué, et la production mensuelle était tombée à 70 tonnes par mois; mais l'allure était assez régulière, et on obtenait une économie de combustible. Après ce laps de temps, l'allure du fourneau s'est dérangée et est devenue mauvaise, ce qu'il faut sans doute attribuer, non à l'emploi du bois desséché, mais aux dégradations de l'ouvrage, et alors, en octobre 1837, on a suspendu l'emploi du bois desséché pour essayer le bois vert.

Haut-fourneau d'Etravau.

Ce haut-fourneau a déjà été cité ci-dessus à l'article du bois vert.

Jusqu'au mois de mai 1837 il a travaillé au charbon seul; à cette époque on a commencé à employer un mélange de charbon et de bois desséché, et on a continué jusqu'en août 1837, où un accident survenu aux séchoirs a forcé d'interrompre l'emploi du bois sec; c'est alors qu'on a commencé l'essai du bois vert.

L'emploi du bois sec n'a donc duré dans cette usine que trois mois environ : comme je l'ai dit plus haut, je n'ai pas eu communication des roulements et je crois inutile de rapporter ici les consommations approximatives qu'on peut déduire de la composition des charges et du rendement des mi-

nerais. Je me bornerai à dire qu'on était arrivé à employer un mélange de charbon et de bois, dans lequel le bois desséché entrait pour 60 p. o/o du volume total; qu'avec ce mélange l'allure du fourneau était régulière, et ne présentait d'autres accidents que quelques chutes de minerai; la fonte était restée grise, mais son grain était devenu plus fin, sans que sa qualité fût altérée; le rendement du minerai était un peu diminué, la production mensuelle était notablement diminuée, et l'économie de combustible était de 15 à 20 p. o/o, et le bois desséché, provenant de 1 stère de bois vert, remplaçait environ $0^{m.c.}$,50 de charbon de forêt.

Hauts-fourneaux de Montagney, Le Magny et Baigne.

Le premier de ces fourneaux est situé dans le département du Doubs, près de Montbozon : les deux autres appartiennent à la Haute-Saône, et sont situés près de Lure et de Vesoul.

Je les ai vus, mais je n'ai presque rien à en dire; celui de Montagney travaille en fonte de forge; celui du Magny ne fait que de la sablerie, et le bois desséché y entre pour 40 p. o/o dans le volume total du combustible; celui de Baigne fait principalement de la gueuse, et n'a commencé l'emploi du bois desséché qu'en octobre 1837; ils sont tous trois au vent chaud.

D'après les renseignements qui m'ont été donnés par M. Gauthier, relativement à ces fourneaux comme aux précédents, l'économie de combustible, résultant de l'emploi du bois desséché à la proportion de moitié du volume total du combustible, serait le $\frac{1}{6}$ de la consommation

primitive; avec cette proportion l'allure serait régulière, mais il y aurait des chutes de minerai, le minerai rendrait un peu moins, et la production mensuelle serait diminuée d'une quantité assez considérable.

Economie de combustible qui peut résulter de l'emploi du bois desséché dans les hauts-fourneaux.

D'après l'ensemble des résultats obtenus, on peut admettre que l'emploi du bois desséché dans les hauts-fourneaux, à la proportion de moitié du volume total du combustible, produit une économie de combustible de $\frac{1}{6}$ de la consommation primitive, de sorte que le bois desséché, provenant de 1 stère de bois vert cordé, remplace $0^{m.c.}$,50 du charbon qui, par la carbonisation en forêt, proviendrait de cette espèce de bois.

Si le bois desséché brûlait dans les hauts-fourneaux aussi utilement qu'y brûle le charbon, le bois desséché, provenant de 1 stère de bois vert, remplacerait $0^{m.c.}$,64 de charbon, il n'en remplace que $0^{m.c.}$,50, et la différence vient en partie de la légère perte de combustible que fait éprouver au bois le commencement de distillation qui suit la dessiccation, et surtout de la plus grande proportion de gaz combustibles qui s'échappent du fourneau, comme l'indique l'augmentation de la flamme du gueulard.

Nous avons vu déjà que, pour le bois employé vert, la proportion de charbon remplacée est précisément aussi de $0^{m.c.}$,50. D'après cela, le bois desséché ne brûlerait pas plus utilement dans les

hauts-fourneaux que n'y fait le bois vert ; c'est-à-dire que dans l'emploi du bois vert la portion de chaleur nécessaire pour vaporiser l'eau hygrométrique serait prise en partie aux chaleurs perdues de la partie supérieure de la cuve, et compensée en partie par la légère perte de combustible que la dessiccation fait éprouver au bois.

Economie d'argent qui peut résulter de l'emploi du bois desséché dans les hauts-fourneaux.

Le bois desséché, qui provient d'un stère de bois vert cordé, remplaçant $\frac{1}{2}$ mètre cube de charbon mesuré à la sortie de la halle qui provient lui-même de 1 stère $\frac{7}{10}$ de bois cordé, il pourra y avoir économie pécuniaire dans l'emploi du bois desséché, quand il coûtera moins pour acheter, amener à l'usine, dessécher et découper 1 stère de bois, que pour acheter et carboniser 1 stère $\frac{7}{10}$, et amener à l'usine le charbon qui en proviendrait.

En continuant, comme je l'ai fait pour le bois vert, à considérer une usine située dans des conditions moyennes, relativement aux distances des coupes de bois qui l'alimentent, on a :

Prix du bois rendu à l'usine, desséché et découpé.	Par stère de bois vert cordé.
Prix d'achat sur pied.	a
Abattage, façon, cordage, déduction faite du prix de vente des branchages, comme ci-dessus.	fr. 0,30
Transport à l'usine, comme ci-dessus.	0,90
Empilage, comme ci-dessus.	0,10
Dessiccation, sciage et fente	1,20
Total.	a+2,50

C'est-à-dire que pour amener à l'usine un stère de

bois, le dessécher et le découper il faudra dépenser, terme moyen, 2 fr. 50 c.

Le prix du charbon rendu à l'usine est, comme il a été dit ci-dessus, $a + 1$ fr., par stère de bois.

Ainsi l'économie d'argent résultant de l'emploi du bois desséché est de

$$1{,}7\,(a + 1) - (a + 2^{f.}{,}50), \text{ ou } 0{,}7\,a - 0^{f.}{,}80,$$

par stère de bois employé en nature.

Cette économie sera positive toutes les fois que le prix du stère de bois sur pied dépassera 1 fr. 15 cent.

Comme ce prix est inférieur au prix du bois dans presque toute la France, les hauts-fourneaux placés, relativement à la distance des coupes, dans les conditions moyennes que j'ai supposées ci-dessus, trouveraient une économie pécuniaire dans l'emploi du bois desséché, pourvu toutefois que cette économie ne fût pas détruite par la diminution de rendement du minerai, et par l'augmentation de l'influence des frais généraux résultant de la diminution de la production. En admettant qu'on parvienne à conserver aux fourneaux leur activité et aux minerais leur rendement habituel, voici l'évaluation moyenne de cette économie d'argent.

Soit un haut-fourneau qui, au charbon seul, consommait par 1.000 k. de fonte 19 stères de bois ($5^{m.c.}{,}50$ de charbon); par l'emploi du bois desséché à la proportion de moitié du volume total, il économisera $\frac{1}{6}$ de la consommation primitive, et ne consommera plus que 15 $\frac{5}{6}$ stères de bois, dont 4 $\frac{1}{6}$ stères seront employés après dessiccation et 11 $\frac{4}{6}$ stères après carbonisation.

D'après cela

	fr.							
Le prix du stère de bois sur pied étant de $a =$	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
Au charbon seul il consommait 19 stères à (a + 1 fr.) soit en fr. . .	47,50	57,00	66,50	76,00	85,50	95,00	104,50	114,00
Au mélange de charbon et de bois desséché il consommera. . . . . . . 11 $\frac{4}{6}$ stères carbonisés à (a + 1). . . . . . . 4 $\frac{1}{6}$ stères desséchés à (a + 2,50).	45,86	53,78	61,70	69,62	77,54	85,46	93,38	101,30
Économie en francs. . .	1,64	3,22	4,80	6,38	7,96	9,54	11,12	12,70
Économie en centièmes de la dépense primitive p. o/o.	3,4	5,6	7,2	8,3	9,3	10	10,6	11,1

Ainsi l'économie pécuniaire serait de 2 à 12 fr. par 1.000 k. de fonte, soit de 2.000 à 12.000 fr. par an et par fourneau.

Résumé de l'emploi du bois desséché dans les hauts-fourneaux.

Ce procédé n'est pas encore arrivé à l'état de pratique régulière ; dans l'état actuel des choses on peut admettre ce qui suit :

1° Aucune modification n'a été faite aux fourneaux pour les approprier à l'emploi du bois desséché, ils ont été employés tels qu'ils étaient.

Dans tous ces fourneaux le vent est chaud à cause de l'économie de combustible qui en résulte, mais il ne paraît pas que cette condition soit nécessaire à l'emploi du bois ni même qu'elle soit plus favorable à ce combustible qu'au charbon.

2° La plus grande proportion de bois desséché qui ait été employée est de 60 p. o/o du volume

total du combustible, la proportion habituelle a été de 50 p. 0/0, et c'est à cette dernière que se rapporte ce qui suit :

3° L'allure des fourneaux est régulière, et il n'y a d'autres accidents que les chutes de minerai qui sont assez fréquentes.

4° La qualité de la fonte n'est pas altérée ; elle reste grise comme elle était au charbon seul, mais son grain devient un peu plus fin ; et cet effet est dû sans doute en partie au refroidissement des fourneaux, en partie à l'action des chutes de minerai sur la fonte rassemblée dans le creuset.

5° Le rendement du minerai paraît un peu diminué par l'effet de l'enrichissement des laitiers dû principalement aux chutes.

6° La production est fortement diminuée.

7° il y a une économie de combustible d'environ $\frac{1}{6}$ de la consommation primitive, ce qui revient à ce que le bois desséché, provenant de 1 stère de bois vert cordé, remplace $\frac{1}{3}$ mètre cube de charbon de forêt.

8° Si on fait abstraction de la diminution de rendement du minerai et de l'augmentation d'influence des frais généraux résultant de la diminution de la production, c'est-à-dire si l'on suppose que par des modifications convenables on parvienne à faire disparaître ces deux inconvénients, l'emploi du bois desséché dans les hauts-fourneaux, qui sont placés dans les conditions moyennes, relativement à la distance des coupes de bois, présenterait une économie de 2 fr. à 12 fr. par 1000 kil. de fonte, suivant que le prix du stère de bois sur pied serait de 1 fr. 50 c. à 5 fr.

Il est probable que, par un exhaussement convenable de la cuve et par l'élargissement du gueu-

lard, on conserverait la production telle qu'elle était au charbon seul; et sans doute M. Gauthier obtiendra ce résultat des modifications qu'il vient de faire dans ce but au haut-fourneau de la Romaine.

Il est probable aussi qu'on parviendra à rendre au minerai son rendement habituel, soit en empêchant les chutes, soit en augmentant la proportion du combustible (1).

Mais si, comme on peut le présumer d'après la comparaison des résultats jusqu'ici obtenus de l'emploi du bois vert et du bois desséché, la dessiccation préalable ne donne au bois ni la propriété de brûler dans les hauts-fourneaux plus utilement que le bois vert, c'est-à-dire d'y équivaloir à une plus grande quantité de charbon, ni la propriété d'y être employé à beaucoup plus grande dose, l'emploi du bois vert doit être préféré, pour éviter les frais de dessiccation; et c'est pour cela que l'automne dernier, à l'époque où j'ai visité ces hauts-fourneaux, M. Gauthier venait de suspendre dans la plupart d'entre eux l'emploi du bois desséché, pour y essayer le bois vert.

---

(1) Les chutes de minerai n'ont pas été remarquées dans les hauts-fourneaux qui marchent au bois vert, et que j'ai cités ci-dessus. Il est possible que ce résultat, s'il est exact, soit dû à ce que ces fourneaux emploient des minerais qui sont pour moitié au moins en morceaux; tandis que les fourneaux qui marchent au bois desséché, emploient presque uniquement du minerai en grain qui doit traverser plus aisément la couche de combustible. S'il en était ainsi, on ferait bien d'agglomérer les minerais en les mêlant par voie humide avec de la castine et du fraisil, comme l'a proposé depuis longtemps M. Berthier.

CHAPITRE III.

EMPLOI DU BOIS DESSÉCHÉ DANS LES FEUX D'AFFINERIE.

Les forges dans lesquelles le bois desséché est employé en remplacement du charbon de bois sont celles de Baumotte, Bonal, Villersexel, Saint-Georges, Le Magny et Montagney. Elles sont toutes exploitées par M. Gauthier.

Forge de Villersexel.

Cette forge est située aux portes de la petite ville de ce nom, dans le département de la Haute-Saône.

Fonte. La fonte vient des hauts-fourneaux du voisinage; c'est toujours de la fonte grise en gueuse.

Bois et charbon. Le bois de charbonnage est du taillis de 18 à 20 ans, composé de moitié essences dures, moitié essences tendres.

La mesure locale est la corde de 100 pieds cubes métriques = $3^{m.c.}$,703.

La mesure de consommation pour le charbon est le cuveau de $\frac{1}{2}$ mètre.

La corde rend à la carbonisation de 2 à 2 $\frac{1}{4}$ cuveaux, qui à la consommation, c'est-à-dire à la sortie de la halle, ont $\frac{1}{2}$ mètre; ainsi c'est 28,7 p. 0/0. Ce charbon ne pèse que 200 k. le m.cub.

Le bois livré à la dessiccation est de même nature que le bois de charbonnage.

Soufflerie. Le vent est chaud; il y a 2 tuyères accolées recevant le vent de deux buses accolées l'une à l'autre; le diamètre de chaque tuyère est de trois centimètres; celui de chaque buse de 28 millim.

Feu. Les feux n'ont reçu aucune modification pour les approprier à l'emploi du bois; ils sont couverts d'une voûte qui réunit les flammes pour les conduire

aux emplois de chaleur perdue, c'est-à-dire d'abord au chauffage du fer de tirerie ou au recuit du fil de fer, puis au chauffage du vent, enfin à la dessiccation du bois. Ils ne présentent d'autres ouvertures que celle de la rustine par où on entre la gueuse, et celle de la face antérieure qui sert à l'introduction du combustible, au travail de l'ouvrier et à la sortie des loupes et lopins : cette ouverture antérieure a environ $0^{m},45$ de hauteur sur 0,80 de largeur. Rien du reste dans ces dispositions n'est spécial à l'emploi du bois, et elles sont communes à la plupart des feux d'affinerie de la Franche-Comté, et ne diffèrent d'une usine à l'autre que par la diversité des usages de la chaleur perdue.

Nature du produit.

Le fer produit est uniquement du fer en barres, de 35 à 40 millimètres de côté en carré, destiné à la tirerie, c'est-à-dire à être transformé, par l'étirage entre des cylindres, en verge de 7 à 8 millimètres de diamètre, qui ensuite sera tréfilée. Ce fer est entièrement forgé au marteau.

Je n'ai pas eu communication des livres de roulement, mais j'ai tout lieu de croire à l'exactitude des indications qui m'ont été données.

Travail au charbon seul.

Dans le travail au charbon seul, la loupe pesait de 90 à 100 kilogrammes. La production était de 18 à 20 mille kilog. de fer par mois, en appelant mois l'ensemble de quatre semaines, comme cela a toujours lieu pour les comptes relatifs aux feux d'affinerie à cause du repos du dimanche.

La consommation de fonte était de 1.300 à 1.350 pour 1000 de fer de tirerie.

La consommation de charbon était de 12 à 13 cuveaux, soit, terme moyen, de $12\frac{1}{2}$ ou $6^{m.c.},25$,

qui, à 200 kil., pèsent 1.250 k.; et qui, à 29 p. 0/0, proviennent de 21st.,482 de bois.

Cette allure était fort économique. Le vent chaud n'étant encore introduit que dans un très-petit nombre de feux d'affinerie en France, les termes de comparaison manquent pour l'apprécier, mais on peut la comparer aux consommations habituelles des feux qui marchent au vent froid. Avant l'introduction du vent chaud dans l'usine de Villersexel, la consommation était de 15 cuveaux, soit de 7m.c.,50; et c'est là la moyenne des consommations habituelles des forges de Franche-Comté, qui traitent au vent froid les mêmes fontes pour en faire de même du fer de tirerie (1).

Travail au mélange de charbon et de bois desséché.

L'emploi du bois desséché a commencé en mai 1837, et a continué depuis sans interruption.

On a d'abord mis en bois desséché un tiers du volume total du combustible; maintenant on met moitié, et on s'est arrêté à cette proportion.

Voici comment on l'emploie :

Après la sortie de la loupe on met dans le feu une rasse de charbon ($\frac{1}{10}$ de mètre cube), et on recouvre ce charbon par un peu de bois desséché; pendant le forgeage de la pièce, et pendant la fusion de la gueuse qui a lieu en même temps, on emploie $\frac{3}{4}$ de charbon et $\frac{1}{4}$ de bois; pendant le reste du temps, c'est-à-dire pendant l'affinage, on ne met que du bois; et comme le forgeage dure plus longtemps que l'affinage, il en résulte que, pour l'ensemble des diverses parties d'une opération, le bois et le charbon sont employés par volumes égaux.

(1) Celle de L'Ile sur le Doubs, par exemple, consomme 200 pieds cubes métriques, soit 7m. c.,40.

On n'emploie pas une plus forte proportion de bois pendant le forgeage, parce qu'il ne donnerait pas une chaleur suffisante pour amener le fer au blanc sondant; mais pendant l'affinage, c'est-à-dire pendant la réduction, la chaleur qu'il développe est suffisante (1).

Avec cette proportion de bois et cette manière de conduire l'opération on obtient les résultats suivants:

Comparaison.

1° L'allure du feu est restée la même;

2° Le déchet n'a pas changé, on consomme de même de 1.300 à 1.350 de fonte par 1.000 de fer de tirerie;

3° La production est restée la même, de 18 à 20 mille kilogrammes de fer par mois de quatre semaines;

4° La qualité des fers n'a pas été altérée; on admet même qu'elle aurait été plutôt améliorée, le fer ne courant plus le risque d'être brûlé à la fin de la période d'affinage proprement dit;

5° La quantité de flamme qui sort du feu a été considérablement augmentée; cette augmen-

---

(1) Cette conduite de l'opération a beaucoup d'analogie avec ce qui se passe dans le pudlage, où on diminue souvent la chaleur pendant le temps de la réduction.

Pour augmenter la proportion de bois employé, il faudrait, d'après cela, diminuer le temps du forgeage et de la fusion de la gueuse. Diminuer le temps de la fusion est très-facile, et pour cela il suffit d'avoir pour la fonte un four d'échauffement chauffé par la chaleur perdue : mais cette amélioration produirait peu d'effet, si on ne diminuait en même temps la durée du forgeage, qui, avec les marteaux ordinaires, est plus longue que celle de la fusion. Cette diminution de la durée du forgeage pourrait assez aisément s'obtenir de l'emploi de très-gros marteaux, pesant 2 à 3 mille kilogrammes, et analogues à celui qui est déjà employé à cet usage dans la forge d'Hayange.

tation de ce qu'on peut nommer la chaleur perdue a un grand prix pour les forges de la nature de celle-ci, qui l'emploient au chauffage du vent, au chauffage du fer de tirerie, ou au recuit du fil de fer et à divers autres usages, comme cuisson de la chaux, des briques et du pain : elle a permis d'ajouter à tous ces emplois la dessiccation du bois destiné au feu, et elle a en outre facilité ou accéléré tous les chauffages précédents.

Cette augmentation de la flamme avait d'abord gêné et rebuté les ouvriers, mais ils savent maintenant en éviter les inconvénients, au moyen de fréquentes aspersions d'eau sur la plaque de fonte qui est au-dessus de l'ouverture du feu, et qui laisse tomber cette eau sur le devant du tablier.

6° Les prix de main-d'œuvre n'ont pas été augmentés et sont restés ce qu'ils étaient, c'est-à-dire :

Aux 4 forgerons et au tirepale, ensemble.	16f.,50	par 1.000 k. de fonte.
A celui des 4 forgerons qui est chargé du montage du feu et du marteau.	2 ,00	
Total. . .	18 ,50	

Prix auquel il faut ajouter le salaire du rouleur de charbon, qui travaille à la journée. Ces prix sont peu élevés; ils sont à peu près les mêmes et souvent un peu plus considérables dans toutes les forges de la Franche-Comté.

7° La consommation de combustible par 1.000 kil. de fer de tirerie est de 15 à 16, soit, terme moyen, 15 $\frac{1}{2}$ cuveaux, dont moitié bois desséché, moitié charbon ; ainsi c'est :

Charbon . . . 3m.c.,875, qui, à 29 p. 0/0, proviennent de 13st.,362 de bois.

Bois desséché. 3m.c.,875, qui, à 70 p. 0/0, proviennent de 5st.,536 de bois cordé qui, à 29 p. 0/0, eût donné à la carbonisation 1m.c.,909 de charbon.

Consommation totale	évaluée en bois. . .	$18^{st.},898$
	évaluée en charbon.	$5^{m.c.},784$

On a obtenu une économie de combustible, en effet :

Dans le travail au charbon seul la consommation était de.	$21^{st.},482$ par $1000^{k.}$ de fer.
Au mélange de charbon et de bois elle est de.	18 ,898
Économie de combustible. . .	$2^{st.},584$

ou 11,6 p. o/o de la dépense primitive.

Autrement.

Dans le travail au charbon seul la consommation était de.	$6^{m.c.},250$
Au mélange de bois et de charbon on ne met en charbon que.	3 ,875
Différence. .	$2^{m.c.},375$

Ainsi on a supprimé $2^{m.c.},375$, ou 38 p. o/o de la consommation primitive de charbon, et on les a remplacés par le bois desséché provenant de $5^{st.},536$ de bois vert cordé, de sorte que le bois desséché, provenant de 1 stère de bois vert, a remplacé $0^{m.c.},43$ de charbon de forêt, tandis qu'à la carbonisation il n'en eût donné après le déchet de halle que $0^{m.c.},29$.

Forge de Saint-Georges.

La forge de Saint-Georges est située dans la commune d'Athesans, département de la Haute-Saône, à 12 kilomètres de Lure.

La fonte est grise et en gueuse; quelquefois aussi on traite un peu de bocage du haut-fourneau du Magny qui travaille en sablerie. Fonte.

Le bois de charbonnage est du taillis de 20 ans. Il contient $\frac{1}{7}$ d'essences tendres. Le hêtre, qui est Bois et charbon.

un des meilleurs bois de charbonnage, y manque complétement.

La mesure de consommation pour le charbon est le cuveau de $\frac{1}{2}$ mètre cube.

La corde, mesure locale de 90 pieds cubes métriques, ou 3 $\frac{1}{3}$ m. c., donne à la carbonisation 1 cuveau $\frac{9}{10}$, et le cuveau contenant à la sortie de la halle $\frac{1}{2}$ mètre cube, cela fait un rendement de 28 $\frac{1}{2}$ p. 0/0 à la sortie de la halle, mais comme il y a un léger boni de halle, j'admettrai 29. Ce charbon est très-léger, et ne pèse qu'environ 190 kil. le mètre cube.

Le bois soumis à la dessiccation est de même espèce que le bois de charbonnage.

Soufflerie. Le vent est chaud, les tuyères et les buses sont comme à Villersexel.

Feu. Il n'a été fait aux feux aucune modification pour les disposer à l'emploi du bois; ils sont disposés comme à Villersexel, avec divers emplois de chaleur perdue, mais ils ne chauffent pas le fer de tirerie et ne recuisent pas le fil de fer, attendu qu'à cette forge il n'est annexé ni tirerie ni tréfilerie.

Nature du produit. On ne fait que du fer de tirerie de 35 à 40 millimètres de côté, en carré; ce fer est forgé au marteau.

Je n'ai pas eu communication des livres de roulement, mais je crois exactes les indications qui m'ont été fournies.

Travail au charbon seul. Au charbon seul on consommait 1.350 à 1.400 de fonte pour 1.000 de fer de tirerie; on faisait 18 mille kilogrammes de ce fer par mois de 4 semaines; la consommation de charbon par 1.000 kil. de fer était de 13 à 14, soit 13 $\frac{1}{2}$ cuveaux, ou $6^{m.c.}$,75 pesant, à 190 kil. l'un, 1.282 kil., et provenant, à 29 p. 0/0, de $23^{st.}$,275 de bois.

Cette allure parait un peu moins économique que celle indiquée pour Villersexel, mais la différence est très-faible quand on tient compte de la différence de nature des bois.

L'emploi du bois desséché a commencé avec le mois de juin 1837, il a lieu de la même manière et dans les mêmes proportions qu'à Villersexel. Voici les résultats obtenus : Travail au mélange de bois et de charbon.

1° L'allure du feu, le déchet, la production mensuelle, le salaire des ouvriers, n'ont été en rien modifiés.

2° La qualité du fer n'a pas été altérée, on admet qu'elle aurait plutôt éprouvé une amélioration.

3° On consomme, aux 1.000k. de fer, 18 cuveaux, soit 9 mètres cubes de combustible, moitié bois, moitié charbon ; ainsi c'est :

Charbon. 4m. c.,50, qui, à 29 p. o/o, proviennent de 15st.,517 de bois.

Bois desséché. 4m. c.,50, qui, à 70 p. o/o, proviennent de 6st.,428 de bois, qui à 29 p. o/o, eussent donné 1m.c.,864 de charbon de forêt.

Consommation totale de combustible { évaluée en bois . 21st.,945 / évaluée en charb. 6m. c.,364

Ainsi on a obtenu une économie de combustible; en effet :

Dans le travail au charbon seul la consommation de combustible était de	23st., 275
au mélange de bois et de charbon, elle est de	21st., 945
Economie de combustible.	1st., 330

ou 5,7 p. o/o de la consommation primitive.

Autrement,

Au charbon seul on consommait en charbon	6m. c.,750
Au mélange de bois et de charbon on ne met en charbon que	4 ,50
Différence.	2 ,25.

Ainsi, on a supprimé 2m.c.,25 de charbon ou $\frac{1}{3}$ du total primitif, et on les a remplacés par le bois

desséché provenant de $6^{st.}$,428 de bois vert; ainsi le bois desséché provenant de $1^{st.}$ de bois vert n'a remplacé que $0^{m.c.}$,35 de charbon de forêt; c'est très-peu.

J'ai vu l'emploi du bois desséché dans les forges de Montagney, Magny et Baumotte; il s'y fait de la même manière qu'à Villersexel et Saint-Georges, et y donne sans doute les mêmes résultats, mais je ne les connais pas assez exactement pour les rapporter ici. A Montagney et à Magny le vent est chaud, à Baumotte (Haute-Saône), 8 kilomètres sud-est de Montbozon, le bois desséché est employé au vent froid, malgré les avantages du vent chaud, parce que le feu de forge de cette usine n'est que l'accessoire de la tréfilerie, dont il recuit les produits dans un four chauffé par la flamme perdue, et que l'emploi du vent chaud amenait de trop fréquents chômages de ce recuit par suite de la rupture des tuyaux de chauffage, qui se brisaient souvent, attendu qu'ils servent en même temps de support aux chaudières de recuit.

A Magny les ouvriers n'ont pas besoin de faire des aspersions d'eau pour se garantir de la flamme; ces aspersions sont rendues inutiles par un filet d'eau qui arrive par un tuyau percé de petites ouvertures à la partie supérieure de la plaque de fonte qui est au-dessus de l'ouverture de la face antérieure, et d'où l'eau tombe continuellement sur la surface de cette plaque et sur le tablier du feu qui est au-dessous d'elle.

Le bois desséché est aussi employé dans la forge de Bonal, commune de Chassey, département de la Haute-Saône, entre Villersexel et Montbozon. Je n'ai pas pu visiter cette usine.

Economie de combustible qui peut résulter de l'emploi du bois desséché dans les feux d'affinerie.

D'après les résultats obtenus dans ces usines, et, autant que je puis conclure des indications qui m'ont été données, et d'une pratique qui, à l'époque où je l'ai vue, ne datait encore que de 4 à 5 mois, il paraît que le bois desséché, provenant de 1st. de bois vert, remplacerait dans les feux d'affinerie, terme moyen, $0^{m.c.}$,40 de charbon.

Cet effet utile du bois serait moindre que celui qu'il produit dans les hauts-fourneaux, et il est naturel qu'il en soit ainsi; attendu, d'une part, que pour la forge la dessiccation est suivie d'un commencement de distillation poussé beaucoup plus loin que pour le haut-fourneau, et qui perd par suite une plus grande quantité de combustible, et, d'autre part, parce que les parties volatiles du bois sont presque entièrement perdues dans le feu d'affinerie (du moins pour le travail de ce feu), tandis que dans le haut-fourneau elles servent en partie à l'échauffement et à la réduction du minerai.

Le bois desséché étant employé à la proportion de la moitié du volume total du combustible, et son effet étant tel, que la quantité de ce bois, qui provient d'un stère de bois vert, remplace, terme moyen, $0^{m.c.}$,40 de charbon de forêt, il en résulte que l'économie de combustible, résultant de l'emploi du bois desséché, est d'environ 10 p. 0/0 de la consommation primitive.

Economie d'argent qui peut résulter de l'emploi du bois desséché dans les feux d'affinerie.

Le bois desséché, qui provient de 1 stère de bois vert cordé, remplaçant $0^{m.c.},40$ de charbon qui, à 29 p. 0/0, provient lui-même de 1 stère $\frac{4}{10}$ de bois, il y aura économie d'argent à employer le bois desséché toutes les fois que, pour acheter, amener à l'usine et dessécher 1 stère de bois, il en coûtera moins que pour acheter et carboniser 1 stère $\frac{4}{10}$, et pour amener à l'usine le charbon qui en résulterait.

D'après cela, et pour des usines placées dans les circonstances que j'ai supposées ci-dessus, l'économie serait de

$$1,4\,(a+1) - (a+2,50) \text{ ou } 0,4\,a - 1,10$$

par stère de bois vert employé après dessiccation.

Cette économie est positive tant que le prix du stère de bois sur pied dépasse $2^{fr.},75$.

Ainsi il y aurait en France peu de districts de forges où l'emploi du bois desséché dans les feux d'affinerie pût procurer une économie notable d'argent, quand ces feux seraient placés dans les conditions moyennes que j'ai supposées relativement à la distance des coupes.

Les forges de la Haute-Saône, dans lesquelles ce bois est employé, peuvent trouver dans cet emploi une économie assez considérable d'argent, parce qu'elles payent le bois environ 4 fr. le stère sur pied, et qu'elles sont presqu'au milieu des bois, c'est-à-dire dans des conditions beaucoup plus favorables que les conditions moyennes que j'ai supposées.

Résumé de l'emploi du bois desséché dans les feux d'affinerie.

Autant qu'on peut en juger par la pratique encore assez nouvelle d'un petit nombre de forges, voici ce qu'on peut admettre actuellement :

1° Aucune modification n'a été et ne paraît devoir être apportée à la disposition des feux pour l'emploi du bois desséché ; ils étaient, et sont restés recouverts d'une voûte avec emploi de chaleur perdue ; à l'exception d'un seul, ils sont au vent chaud.

2° Pendant le forgeage de la pièce et la fusion de la gueuse on emploie presque uniquement du charbon ; pendant le reste de l'opération, c'est-à-dire pendant l'affinage proprement dit, on n'emploie que du bois desséché ; l'ensemble d'une opération consomme volumes égaux de charbon et de bois desséché.

3° L'allure du feu, le déchet, la production mensuelle, le salaire des ouvriers, n'ont été en rien modifiés par l'emploi du bois.

4° La qualité du fer n'a pas été altérée, on admet même qu'elle aurait plutôt été un peu améliorée ; c'est d'ailleurs du fer de première qualité de Franche-Comté, uniquement destiné à la fabrication du fil de fer.

5° Le bois desséché, provenant de 1 stère de bois vert, remplace 0$^{m.c.}$,40 de charbon de forêt, de sorte que l'économie de combustible est d'environ 10 p. o/o de la consommation primitive.

6° Pour une forge placée dans les conditions

les plus ordinaires relativement à la distance des coupes de bois qui l'alimentent, il n'y a économie d'argent que lorsque le prix du stère de bois sur pied dépasse 2[fr.],75, ce qui n'a lieu que dans un petit nombre de districts de forges. Si la forge est placée très-près des coupes, il y a économie d'argent lors même que le prix du stère de bois sur pied est beaucoup moindre.

TROISIÈME PARTIE.

DU BOIS DEMI-CARBONISÉ OU BOIS TORRÉFIÉ.

L'emploi du bois demi-carbonisé a été imaginé par MM. Houzeau-Muiron et Fauveau-Deliars, qui ont pris à ce sujet un brevet d'invention.

CHAPITRE PREMIER.

TORRÉFACTION.

Avant d'être torréfié le bois est découpé. Je ne reviendrai pas sur cette opération, dont j'ai donné les détails à l'article de l'emploi du bois vert.

Le bois découpé est mis dans des caisses en fonte, où il est chauffé extérieurement, soit par des foyers spéciaux, soit par la chaleur perdue des hauts-fourneaux ou des feux d'affinerie; il y subit une distillation incomplète, puis il est tiré hors de ces caisses et versé dans des étouffoirs en fonte, où il se refroidit, pour être, très-peu de temps après, versé dans le haut-fourneau ou porté au feu d'affinerie. **Procédé.**

Les caisses sont prismatiques et formées de plaques de fonte qui s'emboîtent les unes dans les autres au moyen de rainures. Il convient que leur forme soit allongée plutôt que cubique, afin de multiplier les surfaces d'échauffement. Leur capacité peut varier sans inconvénient entre des **Formes et dimensions des caisses.**

limites assez étendues ; à l'usine de Senuc, par exemple, il y a des caisses de 1$^{m.c.}$ de capacité, et d'autres de 2$^{m.c.}$ qui fonctionnent également bien, et qui donnent d'aussi bons produits.

Pour le haut-fourneau, il convient de donner à chaque caisse une capacité telle, que le bois vert qui la remplit donne en bois torréfié la quantité qui constitue une charge, afin que pour effectuer cette charge il suffise de vider l'étouffoir dans le fourneau.

On conçoit, d'après cela, que les dimensions des caisses doivent varier avec les dimensions du gueulard, et avec la manière dont l'expérience ou l'habitude ont appris à conduire le fourneau à grandes ou à petites charges. Pour les fourneaux conduits à petites charges, et c'est le plus grand nombre, des caisses de 1^{m} de longueur sur 0^{m},8 de largeur, et 1^{m} de hauteur suffisent pour fournir la quantité de bois torréfié, constituant une charge dans le travail au bois torréfié seul, sans mélange de charbon. Ce sont à peu près là les dimensions qui ont été adoptées à Harraucourt et à Vendresse. Pour les fourneaux conduits à grandes charges, il faudrait des caisses de plus grande capacité.

Au haut-fourneau de Brazey (Côte-d'Or), les caisses sont cylindriques ; ce sont des cylindres verticaux de 1$^{m.}$,3 de diamètre intérieur, et 2$^{m.}$,7 de hauteur, formés par la réunion de six anneaux superposés. Cette forme a été adoptée pour éviter les inconvénients des faces planes qu'on craignait de voir se déjeter et se désassembler ; mais elle a l'inconvénient de se prêter beaucoup moins bien à la circulation des gaz et à l'échauffement régulier du bois renfermé intérieurement; et comme

d'ailleurs les caisses prismatiques résistent très-bien à l'action du feu, cette dernière forme est préférable à la forme cylindrique.

Disposition des caisses.

Dans plusieurs usines, pour essayer le procédé de torréfaction, on n'a pas voulu établir d'abord les caisses au gueulard, afin d'éviter les frais de cet établissement, que rendent assez coûteux les travaux de soutènement qu'il exige. Alors on a placé les caisses dans la cour de l'usine, et on les a chauffées avec des foyers spéciaux, où l'on a brûlé du bois; mais cette disposition n'est évidemment que temporaire, et il n'y a pas lieu de s'y arrêter. Il est clair, d'ailleurs, que sous le rapport de l'établissement des fourneaux et de l'emploi de la chaleur, elle est assujettie aux mêmes règles que les constructions faites au gueulard.

Les premières usines qui ont employé ce procédé c'est-à-dire celles des Bièvres, de Montblainville et de Senuc, ont placé les caisses au-dessus et autour du gueulard, et les dispositions qu'elles ont adoptées se ressentent de l'imperfection qui accompagne toujours les premiers essais. Dans toutes ces dispositions la flamme, telle qu'elle se produit au gueulard, circule autour des caisses en passant de l'une à l'autre, de sorte que, pour les chauffer le moins inégalement possible, il faut les grouper autour du gueulard, sans que cependant on puisse éviter complétement l'inconvénient, qui consiste en ce que les plus voisines sont plus fortement échauffées, et que par conséquent il y a, entre les opérations, ou inégalité de durée, ou inégalité de carbonisation, ce qui peut nuire à la régularité du travail des ouvriers ou de l'allure du fourneau.

Une modification importante a été apportée

à ces premières dispositions par M. Baudelot, contre-maître du haut-fourneau de Harraucourt, appartenant à MM. Fort et Guillaume; elle a pour objet de régler parfaitement la chaleur, et de la porter à volonté à tel point qu'on désire, de manière à chauffer la caisse la plus éloignée du gueulard aussi fortement et aussi vite que celle qui en est la plus voisine. Elle atteint ce but avec une grande facilité, au moyen de portes qui sont ouvertes dans le conduit de flamme vis-à-vis chacune des caisses, et par lesquelles on introduit telle quantité d'air qu'on veut, de manière à y opérer la combustion des gaz qui s'échappent du gueulard, et à y élever par conséquent la chaleur à volonté. Au moyen de ces portes il est très-facile de régler la chaleur et de la maintenir la même sous toutes les caisses; au bout de quelques jours l'ouvrier sait quelles sont les ouvertures qui conviennent, et il a à peine besoin de s'en occuper. Les portes qui correspondent aux caisses les plus voisines du gueulard restent toujours fermées, parce que la chaleur du gueulard suffit; puis, pour celles qui sont un peu plus loin et pour lesquelles cette chaleur en partie épuisée est devenue insuffisante, on ouvre un peu les portes, de manière à y ajouter la chaleur résultant de la combustion des gaz; et ainsi de suite pour les caisses suivantes.

Ce perfectionnement est d'une grande importance, parce qu'il permet de donner une très-grande régularité à l'opération, et d'obtenir toujours le même degré de carbonisation dans le même temps; il permet en outre d'éloigner beaucoup les caisses du gueulard, et au lieu de les grouper autour de ce point, il permet de les développer

sur une seule ligne droite, ce qui facilite les constructions et dégage le gueulard.

C'est cette disposition qui a été adoptée à Harraucourt et depuis à Vendresse. Celle d'Harraucourt a été décrite et représentée par M. Sauvage (*Annales des mines*, 3e série, tome XI, 3e livraison). Je ne reproduirai pas la description et le dessin, et j'indiquerai seulement deux modifications peu importantes, qui depuis cette époque ont été faites à l'appareil, et qui consistent: 1° dans la suppression des colonnes qui contribuaient à soutenir les plaques de fond et dont on a reconnu l'inutilité; 2° dans le remplacement des cheminées en tôle, qui se rongeaient trop vite, par des cheminées en briques.

Dans l'usine de Clos-Mortier, près Saint-Dizier (département de la Haute-Marne), où l'on achevait en novembre 1837 la construction de fours semblables, on a adopté une disposition légèrement différente.

Le canal dans lequel circulent les gaz du gueulard, au lieu d'avoir pour partie supérieure le fond des caisses, en est séparé par une voûte, dans laquelle sont percées des ouvertures à registre qui correspondent au fond de chaque caisse. Par ce moyen le chauffage de chaque caisse est isolé et indépendant des autres, et on l'opère au moyen d'une portion de chaleur qu'on prend au réservoir commun au moyen de l'ouverture, dont la section est réglée par un registre. Il y a d'ailleurs d'autres ouvertures pour permettre l'accès de l'air atmosphérique nécessaire à la combustion des gaz. Cette disposition est bonne, mais elle ne me paraît pas meilleure que celle d'Harraucourt ; elle a l'avantage de se prêter un peu mieux aux réparations

partielles, mais elle est un peu moins simple, et perd un peu plus de chaleur, ce qui, du reste, est presque sans inconvénient quand la chaleur perdue du gueulard ne doit être employée qu'à torréfier le bois et à chauffer le vent que consomme le fourneau, car elle est plus que suffisante pour cet usage.

Conduite de l'opération.

Le bois est versé par la porte de chargement pratiquée dans la plaque de dessus de la caisse, ensuite cette porte est fermée, lutée, et chargée d'un poids pour que l'effort des gaz ne puisse la soulever.

Le bois perd d'abord son eau hygrométrique, et en même temps, et surtout ensuite, il éprouve une distillation incomplète.

A l'intensité avec laquelle se dégagent les fumées et les gaz, l'ouvrier reconnaît, eu égard au temps depuis lequel la caisse est remplie, si elle est trop ou pas assez chauffée, et il règle la chaleur au moyen des registres dont il dispose.

La distillation est poussée à peu près au même point dans la plupart des usines, et c'est d'abord à la couleur et à la nature des gaz qui s'échappent que l'ouvrier reconnaît son achèvement; puis ensuite, quand le travail marche régulièrement, c'est d'après le temps écoulé qu'il règle ses opérations. En général on arrête la distillation lorsqu'aux fumées noires et épaisses succèdent des fumées plus claires et plus fortement chargées d'acide; à ce moment le bois a perdu une partie de ses parties volatiles, et en conserve encore une partie; mais ce terme ne correspond point à un état fixe et déterminé du bois, ce n'est point une limite naturelle, comme le sont la fin de la dessiccation ou la fin de la distillation; ainsi il n'y a rien de fixe ni de précis dans le point auquel on arrête la distillation,

c'est une sorte de limite empirique, à laquelle on s'est arrêté par suite d'expériences, sans savoir pourtant d'une manière certaine s'il ne faudrait pas mieux la reculer ou la rapprocher.

Ceci se rapporte principalement aux hauts-fourneaux; la distillation est poussée à un point plus avancé quand le bois est torréfié pour l'usage des feux d'affinerie.

La durée de l'opération peut varier à volonté entre des limites assez étendues. Dans les premiers temps de l'emploi du procédé, lorsqu'on n'avait qu'un petit nombre de caisses, elle ne durait ordinairement que deux heures; maintenant qu'on a pu augmenter considérablement le nombre de ces caisses, elle dure de 4 à 8 heures. Il convient qu'elle soit très-lente, parce que la distillation lente perd beaucoup moins de carbone que la distillation rapide, et aussi parce qu'elle diminue davantage le volume du bois, ce qui est un avantage pour l'allure du fourneau. Sa durée

Les vapeurs qui se dégagent pendant l'opération contiennent, outre la vapeur d'eau, les premiers produits de la distillation; aussi ont-elles une odeur fort désagréable, qui est incommode pour les ouvriers et pour les habitations voisines. Jusqu'ici on n'a rien fait pour empêcher les inconvénients de ces vapeurs, et on les a laissées se dégager librement dans l'atmosphère; il serait bon pourtant de prendre quelques précautions à cet effet, de les brûler, par exemple, ou au moins de les élever à une assez grande hauteur pour qu'elles se dispersent avant de retomber sur le sol. Ses inconvénients.

Dans l'usine de Clos-Mortier on a disposé au-dessus de la ligne des fours deux canaux horizontaux, qui reçoivent, l'un les vapeurs de la distilla-

tion, l'autre les fumées qui s'exhalent pendant le déchargement, et qui les conduisent, moitié à la cheminée du gueulard, moitié à une cheminée d'appel, située à l'autre extrémité de la ligne. Au moyen de cette disposition il ne se dégagera dans l'usine que les vapeurs qui s'échappent par les joints de la porte de chargement.

État auquel le bois est amené.

Par cette opération le bois est amené à un état intermédiaire entre le bois desséché et le charbon; dans cet état, il ressemble assez aux fumerons des fauldes, c'est-à-dire aux morceaux de bois imparfaitement carbonisés : sa surface est noire, et l'intérieur est seulement d'un brun plus ou moins foncé. Du reste, tous les morceaux d'une caisse sont loin d'être dans le même état. Les petits morceaux et les bois tendres sont toujours plus carbonisés que les grosses bûchettes et les bois durs. Le plus souvent les menus sont tout à fait à l'état de charbon, ils sont fragiles et se cassent sous l'effort des doigts; les bûchettes de grosseur moyenne sont noires à l'extérieur, brun foncé à l'intérieur; les plus gros morceaux présentent à l'intérieur des parties claires qui indiquent que la distillation n'a pas pénétré jusqu'au centre. Pour ces raisons il est nécessaire que tous les bois s'éloignent peu de la grosseur moyenne, et de plus il conviendrait que les bois blancs et les menus bois fussent séparés des autres et traités à part. Ce triage exigerait un peu de main-d'œuvre, mais les frais en seraient compensés par la suppression de la perte que ces bois subissent quand ils sont mêlés avec les autres; il devrait surtout en être ainsi quand l'usine contiendrait à la fois haut-fourneau et feu d'affinerie, afin de réserver pour la forge les petits bois et les bois blancs qui

y sont plus avantageusement employés qu'au haut-fourneau. C'est ainsi qu'on fait à Senuc.

La diminution de volume est généralement de 35 à 40 p. o/o entre le volume du bois vert découpé et le volume du bois torréfié. Pour l'usage du feu d'affinerie de Senuc, la distillation est poussée plus loin, et la diminution de volume est de 50 p. o/o.

La perte en poids est à peine connue, parce que les bois verts et les bois torréfiés sont mesurés et ne sont pas pesés.

D'après une expérience de M. Sauvage, du bois de 10 mois de coupe, conservé à l'air et humide, a perdu 52 p. o/o de son poids, en perdant 40 p. o/o de son volume.

Ce bois devait contenir de 25 à 30 p. o/o d'eau hygrométrique ; ainsi la distillation lui a enlevé de 22 à 27 p. o/o de son poids en matières volatiles, contenant des principes combustibles.

Valeur calorifique du bois torréfié.

D'après un essai du même ingénieur, le bois torréfié, provenant de cette même expérience, était équivalent à 58 p. o/o de son poids de carbone, c'est-à-dire qu'il pouvait développer autant de chaleur que cette quantité de carbone.

D'après ces nombres respectifs, et en calculant comme je l'ai fait à l'article du bois vert, on trouve pour le bois torréfié, dont la distillation a été poussée jusqu'à perte de 40 p. o/o de son volume, c'est-à-dire pour celui qui est généralement employé dans les hauts-fourneaux :

1° Que 1 kilogramme de bois torréfié peut développer autant de chaleur que $0^{k.},66$ de charbon de forêt, et 1 mètre cube de ce bois autant de chaleur que $0^{m.c.},80$ du charbon de forêt qui provient de la même espèce de bois;

2° Que le bois torréfié, provenant de 1 stère de

bois vert, peut développer autant de chaleur que $0^{m.c.},49$ de charbon de forêt provenant de la même espèce de bois.

Nous avons vu ci-dessus que 1 stère de bois vert peut généralement développer autant de chaleur que $0^{m.c.},64$ du charbon de forêt qui provient de cette espèce de bois : la différence de ces deux nombres 49 et 64 est due à la perte de matières combustibles résultant de la distillation.

Ainsi, si le bois torréfié brûlait dans les hauts-fourneaux aussi utilement que le fait le charbon de forêt, l'emploi de ce procédé équivaudrait, sous le rapport de l'économie de combustible, à un procédé de carbonisation qui, au lieu de 29 p. o/o en volume, rendement habituel à la sortie de la halle, ferait rendre au bois 49 p. o/o ; l'économie résultant de ce procédé serait donc mesurée par la différence des nombres 49 et 29, c'est-à-dire qu'elle serait de 41 p. o/o de la consommation primitive dans un fourneau qui ne consommerait que du bois torréfié sans mélange de charbon de forêt.

Ce nombre 41 p. o/o est donc la limite de l'économie de combustible que peut produire l'emploi du bois torréfié au degré habituel de torréfaction ; cette limite n'est pas atteinte, parce que le bois torréfié brûle dans les hauts-fourneaux moins utilement que le charbon, c'est-à-dire que la proportion des gaz combustibles qui s'échappent du fourneau est plus considérable, comme on le reconnaît à l'augmentation de la flamme du gueulard.

Nombre de caisses nécessaires.

Voyons quel est le travail journalier d'une caisse de torréfaction, et combien il en faut pour un haut-fourneau.

En fixant à 8 heures la durée moyenne d'une opération, chargement et déchargement compris,

la distillation sera conduite avec toute la lenteur désirable; alors chaque caisse fera 3 opérations par jour. Admettant pour la caisse une capacité de 0m.c.,8, elle contient le bois découpé provenant d'environ $\frac{3}{4}$ de stère de bois cordé; ainsi chaque opération sera de $\frac{3}{4}$ de stère, et les 3 opérations d'un jour carboniseront 2 stères $\frac{1}{4}$.

Un fourneau faisant par jour 3 mille kilogr. de fonte, et marchant uniquement au bois torréfié, consomme par jour de 36 à 45 stères de bois vert, à raison de 12 à 15 stères par 1,000 k. de fonte; il exige donc de 16 à 20 caisses de cette capacité.

A Harraucourt il y en a 17, à Vendresse 14, et dans cette dernière usine on en construit 5 autres.

Frais de torréfaction.

J'ai indiqué précédemment les frais de découpage, et je ne parle ici que des frais de torréfaction proprement dite.

Frais de main-d'œuvre. Pour cette opération il faut par 24 heures 4 ouvriers en 2 postes. Ils prennent les rasses qui ont été montées au gueulard font le chargement et le déchargement des caisses et vident dans le haut-fourneau le bois torréfié. Dans le travail au charbon seul il faut au gueulard 3 ouvriers dont 2 chargeurs en 2 postes et 1 remplisseur de rasses ou rouleur pour le charbon (ce sont les chargeurs qui remplissent les conges de minerai). Dans le travail au bois torréfié ce remplisseur de rasses n'existe plus, et de plus les chargeurs ont moins de besogne, il ne reste donc que 3 ouvriers nécessités par la torréfaction.

Ces 3 ouvriers à 1 fr. 50 c. l'un, coûtent 4 fr. 50 c., et peuvent aisément surveiller la torréfac-

tion journalière de 40 stères, ce qui fait par stère de bois vert 0 fr. 12 c., mais comme souvent les fourneaux ne consomment pas 40 stères j'admettrai 0 fr. 15 c.

Intérêt des frais d'établissement et entretien des appareils de torréfaction. Chaque four coûte environ 1.000 fr., maçonnerie, étouffoirs et chariots compris, savoir :

Fonte et fer. . . . 2.500 k. à 300 fr. les 1.000 k. . . .	750 fr.
Maçonnerie et pose.	100
Frais divers et principalement frais de maçonnerie pour supporter l'établissement des fours au gueulard.	150
Cette dépense est beaucoup moindre pour les fours qui sont chauffés par la chaleur perdue des feux d'affinerie.	
Total. . . .	1.000

Soit 10 p. 0/0 de cette somme, ou 100 fr. pour en représenter l'intérêt et pour subvenir aux frais d'entretien, qui sont très-faibles.

Un four carbonise par jour 2 stères 1/4, soit pour 330 jours d'activité annuelle 750 stères, cela fait par stère, 0f.,133, soit 0,15.

Indemnité de brevet. Une licence se vend 1.200 fr. par an et par fourneau ; un haut-fourneau, faisant 1 million de kilogrammes de fonte par année, consomme 12.000 à 15.000 stères de bois, à raison de 12 à 15 stères par 1.000 kil. de fonte ; ainsi l'indemnité est 8 à 10 cent. par stère, soit 0,10.

Ainsi en résumé :

Frais de torréfaction.	Par stère de bois vert cordé.
Main d'œuvre.	0fr.,15
Intérêts des frais d'établissement et entretien.	0 ,15
Indemnité de brevet	0 ,10
Total. . . .	0fr.,40

CHAPITRE II.

EMPLOI DU BOIS TORRÉFIÉ DANS LES HAUTS-FOURNEAUX.

Les hauts-fourneaux, dans lesquels le bois torréfié est employé depuis longtemps déjà d'une manière continue et usuelle, sont ceux de Harraucourt, Vendresse, Senuc, les Bièvres, Montblainville et Mutterhausen. Il a été essayé dans les hauts-fourneaux de Montiers-sur-Saulx (Meuse), Maucourt (Ardennes), Brazey (Côte-d'Or), et son emploi va y être continué; quelques autres usines, entre autres celles de Clos-Mortier (Haute-Marne), établissent des appareils pour cet emploi. Les usines de Yägerthal (Haut-Rhin), et Hayange, vont commencer des essais.

Haut-fourneau de Harraucourt.

Ce haut-fourneau est situé dans la commune de Harraucourt, département des Ardennes, à environ 12 kilomètres sud de Sedan, il appartient à MM. Fort et Guillaume.

Le minerai est un peroxide hydraté, en très-petits grains amorphes, dont la grosseur ne dépasse pas celle d'un grain de millet. Les diverses variétés de ce minerai alimentent la plupart des fourneaux de cette contrée. **Minerai.**

La mesure locale est la bache, mesure de volume, dont le poids moyen est de 25 kil.

Pour la castine la mesure locale est la conge d'environ ½ pied cube ancien, soit 17 litres. **Castine.**

Bois de charbonnage.

Le bois de charbonnage est du taillis de 18 à 20 ans; lorsqu'on travaillait au charbon seul il y entrait environ deux tiers de bois des environs, dits bois de France, et contenant $\frac{2}{5}$ d'essences tendres, l'autre tiers venait de Belgique, et était de qualité supérieure, ne contenant presque que des essences dures.

La mesure locale est la corde de 8 pieds sur 4, et sur 34$^{po.}$ anciens, soit 3$^{m.c.}$,11.

Pour le charbon les mesures sont le poinçon et la respe.

A la réception on mesure sur deux poinçons, l'un ras, l'autre comble, et on admet qu'à la sortie de la halle, c'est-à-dire au moment de l'emploi, il n'y a plus que 2 poinçons ras.

Le poinçon ras contient environ 225 litres, le poinçon comble 275, ensemble $\frac{1}{2}$ mètre cube.

La corde rend 4 poinçons, de sorte que le rendement est à l'entrée de la halle de 32,2 p. o/o en volume, et de 29 p. o/o à la sortie.

La mesure de consommation est la respe, le poinçon en donne 2 $\frac{1}{2}$, elle contient environ 90 litres.

Bois employé en nature.

Le bois livré à la torréfaction est uniquement du taillis des environs, c'est-à-dire contenant $\frac{2}{5}$ d'essences tendres.

La respe, mesure de consommation, est d'environ 110 litres. La corde en donne exactement 31 $\frac{2}{5}$, terme moyen, ce qui ferait que 100 de bois cordé donnerait 112 de bois découpé si la respe contenait toujours 110 litres.

Le bois n'est pas mesuré après torréfaction, parce que de l'étouffoir il est immédiatement versé dans le fourneau; on admet que la diminution de volume est généralement de 40 p. o/o.

Le vent est froid; il y a 2 tuyères placées sur 2 faces opposées; la pression moyenne du vent est de 4 centimètres à la sortie des buses. Soufflerie.

Chaque buse a 4 centimètres de diamètre. La quantité de vent lancée par minute occuperait, à la température de 0 et à la pression atmosphérique, un volume de $13^{m.c.},4$. Cette quantité calculée d'après le volume engendré par le mouvement des pistons serait de $21^{m.c.}$; ainsi l'effet réel est de 63 p. 0/0 de la quantité calculée d'après le mouvement des pistons.

Il n'a été fait au fourneau aucune modification pour l'approprier à l'emploi du bois torréfié. Voici ses principales dimensions : Fourneau.

La cuve est ovale.

Le gueulard a $0^{m.},65$ sur $0^{m.},54$

Le ventre . . 1 ,95 sur 1 ,79

L'ouvrage { à la naissance des étalages. 0,86 sur 0,76
à la hauteur de la tuyère. 0,65 sur 0,54

Du fond du creuset à la tuyère 0,46.

Du fond du creuset à la naissance des étalages, $1^{m.},62$.

Cette hauteur d'ouvrage est très-considérable, on la maintient telle parce que les minerais sont réfractaires, et qu'on veut de la fonte grise.

Hauteur des étalages . . . $1^{m.},30$

Hauteur totale . . . . . . 8 ,12

Inclinaison des étalages { sur les 2 faces de tuyère . . 69 degrés.
des 2 autres côtés 67

La fonte est grise, à grain fin, et quelquefois, mais rarement, un peu graphiteuse. Elle est employée en partie pour gueuse, en partie pour moulage de pièces mécaniques. Comme gueuse elle donne du fer *bon métis*. Comme fonte de moulage, ses produits sont à la fois doux à la lime et résistants. Nature du produit.

Elle est puisée dans l'avant-creuset avec des poches.

Travail au charbon seul.

Dans le travail au charbon seul la charge se composait de :

Charbon. 4 respes = 0m.c.,361
Minerai. 6 $\frac{1}{2}$ baches = 162k.,5.
On faisait 43 charges en 24 heures.

La consommation moyenne par 1.000 k. de fonte était de :

30 poinçons, qui, à 225 litres l'un, faisaient 6m.c.,750 de charbon mesuré à la sortie de la halle (1), qui, à 220 k. par mètre cube, pesaient 1.485 k. et qui, à 29 p. 0/0, provenaient de 23st.,327 de bois.

La production mensuelle était de 66 mille kilogrammes, le rendement du minerai de 32 p, 0/0.

Les 1.000 k. de charbon fondaient { minerai . . . 2.127 k.
castine . . . 85
2.212 k.

Ainsi ce fourneau, sans marcher économiquement, avait une allure assez bonne, eu égard à son mode de travail, à la nature de la fonte et au vent froid.

Travail au mélange de charbon et de bois torréfié.

Pendant quelque temps le fourneau a marché avec 2 respes de charbon à la charge et le reste du combustible en bois torréfié, les résultats de ce travail ont été publiés par M. Sauvage.

Depuis cette époque on a diminué la proportion de charbon, et le fourneau marche avec 1 respe de charbon par charge; voici les résultats de cette allure :

Octobre 1837.

Nombre de charges. 1.103 pour 31 jours, d'où par jour 35 $\frac{6}{10}$
Charbon. . . . . . . 1.103 respes . . . . = 99m.c.,491.
Bois torréfié. Il provenait de 7.169 $\frac{1}{2}$ respes de bois vert, faisant 788m.c.,65 et provenant de 704st.,142 de bois cordé.
Minerai. . . . . 174.100k.
Castine. Non indiquée aux roulements.
Fonte. { gueusets . . 41.827k. / moulages . . 20.487 } 62,314k.

(1) Dans le mémoire de M. Sauvage, cette consommation est indiquée en charbon mesuré à l'entrée de la halle, alors les 30 poinçons font 7m.c.,50.

Composition de la charge.

Charbon. 1 respe . . . . = 0,090 }
Bois torréfié. Il provenait de 6 ½ respes, soit de 0m.c.,715 de bois vert, qui, à 60 p. 0/0 avaient donné en bois torréfié . . . . 0,429 } 0m.c.,519

Minerai . . . 6 baches ½ = 158k.

Le volume du bois torréfié n'a pas été mesuré, mais en admettant le rendement moyen de 60 p. 0/0, il est entré dans le volume total du combustible pour 82 p. 0/0.

Consommation aux 1.000 k. de fonte.

Charbon 1m.c.,596, qui, à 29 p. 0/0, proviennent de 5st.,503 de bois cordé.

Bois, d'où provient le bois torréfié. 11st.,298, qui, à 29 p. 0/0, eussent donné 3m c.,276 de charbon de forêt.

Consommation totale de combustible { éval. en bois . 16st ,801
éval. en charb. . 4m c.,872 }

Minerai . . . . 2.795 k., ce qui fait un rendement de 35,7 p. 0/0.

Comparons les résultats du travail au charbon seul, avec ceux du travail au mélange de charbon et de bois torréfié, dans lequel ce bois entrait pour 82 p. 0/0 dans le volume total du combustible. Comparaison.

1° La charge de minerai a été diminuée d'une très-petite quantité, et les ¾ de la charge de charbon ont été remplacés par un volume plus considérable de bois torréfié, de sorte que le volume total de la charge a été augmenté.

2° La descente des charges a été un peu ralentie.

3° L'allure du fourneau a été régulière, et n'a présenté ni accidents ni chute de minerai.

4° La qualité de la fonte n'a été en rien altérée, seulement son grain paraît être devenu un peu plus fin.

5° Le rendement du minerai est plus considérable qu'il n'était ordinairement dans le travail au charbon seul, et on admet à l'usine que cette augmentation est due seulement à une plus

grande pureté des laitiers ; mais il est possible qu'elle soit due en partie , au moins, à une augmentation de richesse des minerais.

6° La production de ce mois est un peu moindre que la production moyenne dans le travail au charbon seul. Cette diminution, très-peu importante, peut être attribuée à l'emploi du bois torréfié (1).

7° L'économie de combustible est assez considérable ; en effet,

Dans le travail au charbon seul la consommation de combustible était de	23^{pi},327 de bois par 1.000k. de fonte.
Au mélange de charbon et de bois torréfié elle est seulement de. . .	16. 801
Economie de combustible.	6. 526
ou 28 p. 0/0 du total primitif.	

Autrement :

Dans le travail au charbon seul la consommation de charbon était de. .	6m.c.,750
Au mélange de charbon et de bois torréfié on ne met en charbon que	1, 596
Différence.	5, 154

(1) A l'époque où M. Sauvage a étudié la marche de ce fourneau , sa production était de 76 mille kilogrammes par mois. Cette augmentation de production me paraît devoir être attribuée plutôt à l'influence de la soufflerie qu'à celle du bois torréfié. Ordinairement, en effet, les 2 pistons battent ensemble 14 coups par minute ; mais pendant les hautes eaux d'hiver , et c'était le cas alors , ce nombre s'élève à 15, ce qui augmente la quantité de vent, et peut par suite augmenter la production. C'est sans doute à cette accélération de la soufflerie qu'était due cette augmentation de production ; car, en général, l'emploi du bois torréfié, comme celui du bois en nature, tend à diminuer la production plutôt qu'à l'augmenter.

Ainsi on a supprimé $5^{m.c.}$,154 de charbon, ou les $\frac{3}{4}$ de la consommation primitive, et on les a remplacés par le bois torréfié, provenant de $11^{st.}$,298 de bois vert; de sorte que le bois torréfié, provenant de 1 stère de bois vert, a remplacé $0^{m.c.}$,456 de charbon mesuré à la sortie de la halle.

Pendant la période de travail décrite par M. Sauvage, et dans laquelle, la charge recevant encore 2 respes de charbon, la moitié seulement du charbon avait été remplacée par du bois torréfié, le bois torréfié, provenant de 1 stère de bois vert, avait remplacé $0^{m.c.}$,437 de charbon mesuré à la sortie de la halle: ainsi l'effet utile du bois torréfié n'a pas été en décroissant lorsque sa proportion a augmenté.

Si ce fourneau consomme encore du charbon de forêt, c'est parce qu'il veut user ses approvisionnements.

Travail au bois torréfié sans mélange de charbon.

En septembre 1837, on a essayé de marcher au bois torréfié seul, sans mélange de charbon, afin de s'assurer de la possibilité de cette allure; et après des tâtonnements de courte durée, on est arrivé à donner au fourneau une allure régulière, en tout semblable à celle qu'il avait auparavant. Alors la consommation de combustible par 1.000 kil. de fonte était sur le pied de 5 cordes de bois, soit $15^{st.}$,55 qui, à la carbonisation, donneraient 20 poinçons de charbon.

D'après cela, l'économie de combustible à réaliser par l'emploi du bois torréfié sans mélange de charbon, serait exactement de $\frac{1}{3}$ de la consommation primitive. Ce chiffre de $\frac{1}{3}$ est même un peu trop faible, car, d'une part, il est permis d'espérer, qu'après la suppression complète du

charbon, l'effet utile du bois torréfié ne sera pas moindre que maintenant, de sorte que le bois torréfié, provenant de 1 stère de bois vert, remplaçant maintenant $0^{m.c.}$,456 de charbon, il est probable que les $6^{m.c.}$,75, qui constituent la consommation au charbon seul, seront remplacés proportionnellement par le bois torréfié provenant de $14^{st.}$,8 de bois, de sorte que l'économie de combustible serait de 36 $\frac{1}{2}$ p. o/o : d'autre part, les bois actuellement soumis à la torréfaction sont, comme je l'ai dit, de qualité un peu inférieure aux anciens bois de charbonnage, ce qui tend encore à élever un peu le chiffre de l'économie.

Nous avons d'ailleurs vu plus haut, que la limite théorique de cette économie est d'environ 41 p. o/o, et qu'il n'est pas probable qu'elle puisse être atteinte.

Haut-fourneau de Vendresse.

Le haut-fourneau de Vendresse est situé dans la commune de ce nom, département des Ardennes, à 2 myriamètres sud-ouest de Sedan et près du canal des Ardennes. Il appartient à M. Gendarme.

Minerai. Le minerai est un peroxide hydraté en très-petits grains. Il est assez fusible.

Bois de charbonnage. Le bois de charbonnage est du taillis de 20 à 25 ans, qui renferme de $\frac{1}{3}$ à moitié d'essences tendres, et qui croît dans les terrains humides; de sorte que le bois dur, lui-même, est de médiocre qualité.

La mesure locale est la corde de 7 pieds de 11 pouces, sur 5 pieds de 11 pouces, et sur 30 pouces longueur du bois; elle contient $2^{st.}$,52.

La mesure de réception pour les charbons est la queue; et d'après l'usage général des Ardennes, on reçoit l'une comble et l'autre rase, afin de compenser le déchet de halle. **Charbon.**

La queue rase contient 500 litres environ, et la queue comble environ 635.

On admet qu'à la sortie de la halle ces deux queues se sont réduites à deux queues rases, soit à un mètre cube; en réalité elles donnent à la sortie 12 respées qui, à 85 litres l'une, terme moyen, font $1^{m.c.},02$. Pour l'établissement des comptes on a une unité fictive qu'on nomme banne, et qui est de 10 queues ou de $5^{m.c.},1$ à la sortie. On compte aussi par poinçons, 2 poinçons=1 queue.

A la carbonisation 7 cordes rendent la banne, soit 32 p. 0/0 à l'entrée de la halle, et 29 à la sortie.

Ce charbon ne pèse que 200 kil. le mètre cube.

Le bois, qui est soumis à la torréfaction est le même que celui qu'on carbonisait autrefois. **Bois demi-carbonisé.**

La mesure de consommation pour le bois découpé, est la respée dont la contenance est d'environ 120 litres.

Un essai fait sur 1.027 cordes de $2^{st.},52$ l'une, a donné 25 respées par corde; ainsi, si la contenance de la respée était toujours de 120 litres, 100 de bois cordé donneraient 120 de bois découpé. Cette augmentation de volume est très-considérable, et peut-être ce chiffre n'est-il pas exact, mais il sera sans influence sur les roulements que j'indiquerai ci-dessous, parce que j'emploierai seulement le rapport de 25 respées à la corde, rapport qui est certain.

La torréfaction n'est poussée qu'à un point peu avancé, et la perte en volume n'est que d'environ 25 p. 0/0.



Soufflerie. Le vent est froid. Il y a deux tuyères sur deux faces opposées. La quantité de vent, calculée d'après le volume engendré par les pistons, serait de 35 mètres cubes par minute, ce qui, au rendement probable de 60 p. o/o, fait en réalité 21 mètres cubes.

Fourneau. Il n'a été fait, aux dimensions intérieures du fourneau, aucune modification pour l'approprier à l'emploi du bois torréfié. Voici ses principales dimensions :

Diamètre du gueulard. 0m,60.
Le ventre est ovale et a 2m sur 2m,11.
Côté de l'ouvrage à la naissance des étalages 0m,87.
A la hauteur de la tuyère l'ouvrage a 0m,60 sur 0m,87.
Du fond du creuset à la tuyère 0m,46.
Du fond du creuset à la naissance des étalages 1m,46.
Hauteur des étalages 1m,50 (environ).
Hauteur totale 8m,77.

Nature du produit. La fonte est grise tirant sur le blanc; elle est uniquement employée à la fabrication des projectiles de guerre. Elle est puisée, à l'aide de poches, dans l'avant-creuset.

Travail au charbon seul. Voici l'ensemble de trois mois : mai, juin et juillet 1836, qui sont les 10e, 11e et 12e mois d'un fondage au charbon seul.

Nombre de charges. 3.920 pour 92 jours, soit par jour 42 $\frac{6}{10}$.
Charbon. . . . . . . 376 bannes $\frac{75}{100}$ = 1.921m.c.,43.
Minerai. . . . . 732,050k.

Fonte. . .	Projectiles.	230.196 k.
	Pièces d'arsenaux. .	300
	Marchandises. . . .	403
	Pièces pour l'usine.	1.251
	Débris.	40.913 ou 17,7 p. o/o de la quantité de projectiles.
	Total	273.057 k soit par mois 91.019 k.

Castine. . . . On n'en emploie presque jamais.

Composition de la charge :

Charbon. . 5 respées $\frac{7}{10}$ = 0m.c.,490.
Minerai. . 187 k.

Consommation aux 1.000 kilog. de fonte.

Charbon. . $7^{m.c.}$,00 qui à 200k pèsent 1400k et qui à 29 p. o/o proviennent de $24^{st.}$,138 de bois.
Minerai. . 2680k d'où rendement 37,3 p. o/o.

Les 1.000 kilog. de charbon ont fondu 1.914 kilog. de minerai.

Pendant ces trois mois l'allure du fourneau était bonne et surtout très-régulière, car chacun d'eux, considéré isolément, donne presque identiquement les mêmes résultats que leur ensemble ; mais, ces trois mois appartenant à la fin d'un fondage, leur consommation de combustible était un peu supérieure à la moyenne. Cette consommation moyenne est évaluée de 26 à 27 poinçons, soit à $6^{m.c.}$,758, provenant, à 29 p. o/o, de $23^{st.}$,303.

La production de ce fourneau est considérable, eu égard au vent froid et à l'emploi de la fonte ; elle est due à la fusibilité des minerais, à la nature de la fonte et aussi à la puissance de la soufflerie. Il faut observer, du reste, que cette production de 91 mille kilogrammes est plutôt audessus qu'au-dessous de la moyenne, à cause de l'influence de la fin du fondage.

Travail au mélange de charbon et de bois torréfié.

L'emploi du bois torréfié a commencé en décembre 1836; et, depuis cette époque, il a continué sans interruption.

Voici l'ensemble de trois mois, juillet, août, septembre 1837; ce sont les 8e, 9e et 10e mois du fondage; ils ont été très-réguliers, et peuvent être comparés aux trois mois de travail au charbon seul que je viens de citer.

Nombre de charges. 4.275 pour 92 jours, soit par jour 46 $\frac{4}{10}$.
Charbon. 4.275 respées = 363m.c.,375.
Bois torréfié. Il provient de 29.925 respées de bois vert découpé qui à 25 par corde proviennent de $3.026^{st.}$,44 de bois cordé.
Minerai. 614.515k.

Fonte.	Projectiles	205.650k.	
	Pièces d'arsenaux .	4.895	
	Pièces pour l'usine .	2.116	
	Débris	29.269	ou 14 p. o/o du poids des projectiles.
		242.119,	d'où par mois 80.706.

Composition de la charge.

Charbon de bois. 1 respée . . . . = $0^{m.c.},085$ } $0^{m.c.},715$
Bois torréfié. Il provient de 7 respées de bois vert et cube environ . . . . . 0, 630 }
Minerai. 144 k.

Le volume du bois torréfié n'est pas mesuré, mais en admettant un rendement moyen de 75 p. o/o, le bois torréfié entre dans le volume total du combustible pour 88 p. o/o.

Consommation aux 1.000 k. de fonte.

Charbon. 1m.c.,508, qui, à 29 p. o/o, proviennent de 5st.,200 de bois.

Bois torréfié. Il provient de 12st.,499 de bois vert, qui, à 29 p. o/o, eussent donné à la carbonisation 3m.c.,624 de charbon de forêt.

Consommation totale de combustible. { évaluée en bois . . $17^{st.},699$; évaluée en charb. $5^{m.c.},132$ }

Minerai. 2.538 k., d'où rendement 39,3 p. o/o.

Comparaison. Comparons les résultats du travail au charbon seul, à ces résultats du travail au mélange de charbon et de bois torréfié, dans lequel ce bois entre pour 88 p. o/o du volume total.

1° La charge de minerai a été diminuée, néanmoins le volume total de la charge a été augmenté.

2° La descente des charges a été accélérée.

3° L'allure du fourneau est parfaitement régulière et ne présente aucun accident.

4° Le rendement des minerais est plus considérable, et on attribue cet effet au bois; il est possible pourtant qu'il soit dû en partie, au moins, à une augmentation de richesse du minerai.

5° La production mensuelle a été moindre de $\frac{1}{12}$ environ, et cette diminution peut être, pour

moitié environ, attribuée à l'emploi du bois, le reste étant dû à l'influence des basses eaux.

6° La nature et la qualité de la fonte n'ont pas été modifiées. La fonte a été aussi facile à mouler que pendant le travail au charbon seul, puisque la proportion des débris a été moindre qu'elle n'était alors :

7° Il y a une économie considérable de combustible. En effet :

Dans le travail au charbon seul, la consommation de combustible était de	24st.,138	par 1.000k. de fonte.
Elle est maintenant de.	17, 699	
Economie de combustible	6, 439	
ou 27 p. o/o de la consommation primitive.		

Autrement :

Dans le travail au charbon seul, on consommait en charbon.	7m.c.,000
Maintenant on ne consomme plus en charbon de forêt que	1, 508
Différence. . . .	5, 492

Ainsi on a supprimé 5m. c.,492 de charbon, ou 78 ½ p. o/o de la consommation primitive, et on les a remplacés par le bois torréfié, provenant de 12st.,499 de bois, de sorte que le bois torréfié provenant de 1 stère de bois vert a remplacé 0m. c.,44 de charbon de forêt.

Si on emploie encore du charbon, c'est pour épuiser les approvisionnements. Lorsque le fourneau n'emploiera plus de charbon, il est probable que le bois torréfié y produira le même effet utile qu'à présent ; de sorte que les 6m. c.,758 de charbon, qui représentent l'allure moyenne, seront remplacés par le bois torréfié provenant de 15st.,341, et alors l'économie de combustible sera de 34 p. o/o.

Haut-fourneau de Senuc.

Ce haut-fourneau est situé dans la commune de Senuc, département des Ardennes, à 8 kilom. sud de la petite ville de Grand-Pré. Il appartient à MM. Germain et Lorcet.

Minerai. Le minerai est du peroxide hydraté, en très-petits grains amorphes. La mesure locale est la bache, dont le poids varie de 22 à 25 kil.

Castine. La castine ne figure pas aux livres, parce qu'elle ne coûte rien, on en emploie environ 3 p. o/o du poids du minerai.

Bois. Le bois livré à la torréfaction est du taillis de 18 ans, contenant $\frac{2}{5}$ d'essences dures; mais les essences tendres et les menus bois sont triés, et réservés en grande partie pour la forge, de sorte que le bois consommé par le haut-fourneau ne contient presque que du bois dur.

La corde, mesure locale, a 74 po. sur 51, et la longueur du bois est de 26 à 27po.; c'est le double stère. Le bois est bien dressé, et d'ailleurs la faible longueur des bûches se prête à ce dressage mieux que ne ferait une plus grande longueur.

La mesure de consommation pour le bois vert découpé est la respe de $\frac{1}{10}$ de mètre cube, la corde en rend 23, terme moyen, ce qui ferait que 100 de bois cordé donneraient 115 de bois découpé, si les respes contenaient toujours également $\frac{1}{10}$ de mètre.

Le mode de chargement usité à Harraucourt et à Vendresse, au moyen des étouffoirs eux-mêmes, ne pouvant être employé à Senuc à cause de la disposition des fours, le bois torréfié est mis dans des respes, de sorte que son volume est

mesuré, et que par suite la diminution de volume qu'il éprouve à la torréfaction est bien connue. Cette diminution est en général de 40 p. o/o. La mesure pour le bois torréfié est la respe de $\frac{1}{10}$ de mètre cube.

Le vent est froid, il n'y a qu'une seule tuyère. Soufflerie.

Voici les principales dimensions du fourneau : Fourneau.

Diamètre du gueulard. om.,55
Diamètre du ventre. . 2 ,00
Le creuset a 0,72 sur 0,38.
Du fond du creuset à la tuyère. 0,34
Du fond du creuset au ventre. 2,67
Hauteur totale. 8,33

La fonte est blanche, elle est destinée à la forge. Nature du produit.

Ce fourneau n'a jamais consommé de charbon; Roulement. sa première mise en feu est d'avril 1836, et depuis cette époque il marche au bois torréfié, sans mélange de charbon : son allure est régulière, sans accidents, et avec peu de variations dans le rendement, la consommation et la production.

La production est faible et varie de 60 à 65.000 kilog. par mois; cet effet doit être attribué en partie aux petites dimensions du fourneau, mais en partie aussi à l'influence du bois torréfié.

Voici l'ensemble de deux mois, mars et avril 1837, 7e et 8e mois d'un fondage.

Pendant ces deux mois on a employé une petite quantité d'escarbilles de houille; ces escarbilles provenaient d'une forge à l'anglaise qui existe dans l'usine, et elles avaient pour but d'empêcher les chutes de minerai; mais depuis longtemps déjà on n'en a plus, et on a cessé de les employer, sans que l'allure du haut-fourneau soit en rien dérangée, et sans que les chutes de minerai aient paru plus fréquentes.

Nombre de charges. 1.814 pour 62 jours, soit par jour, $29\frac{1}{10}$.
Bois torréfié. . . . 9.070 respes = 907$^{m.c.}$, provenant de 14.971 respes = 1.497$^{m.c.}$,1 de bois vert découpé, qui provenait lui même de 1.301$^{st.}$,85 de bois cordé. La perte en volume à la torréfaction a été de 60 p. o/o.
Escarbilles de houille. 1.758 baches de 15 litres l'une pesant environ à 3^{k}. l'une, 5.274^{k}.
Minerai . . . . 13.074 baches pesant 299.641^{k}.
Fonte. { Gueuse. . . . . 114 213.
{ Moulages à découvert. 10 677.
124.890. soit par mois 62.445 k.

Composition de la charge :

Bois torréfié. 5 respes = 0$^{m.c.}$,500.
Escarbilles de houille. 2^{k}.,9
Minerai . . . . . . 7 baches $\frac{7}{15}$ = 167 k.

Consommation aux 1.000 kilog. de fonte.

Bois torréfié . . . . 7$^{m.c.}$,262 provenant de 10$^{st.}$,424 de bois cordé.
Escarbilles de houille. 42^{k}. en admettant que 3 kil. d'escarbilles produisent le même effet que 2 k. de charbon de bois, ce serait 28 k. de charbon, et comme le stère en rend, terme moyen, 67 k. ce serait l'équivalent de 0st,42.

Ainsi consommation totale de bois, 10$^{st.}$,844.

Minerai. . . . . 2 400 k. d'où rendement, 41,6 p. o/o.

La consommation de combustible, depuis que le fourneau est établi, a varié avec les mois entre 10 et 12 stères de bois par 1.000 kilogrammes de fonte; on peut admettre 11 stères pour la moyenne d'un fondage. Ce bois est, comme je l'ai dit, presque entièrement composé d'essences dures à cause du triage qui a lieu pour la forge.

Cette consommation de 11 stères correspond à 3$^{m.c.}$, 190 de charbon mesuré à la sortie de la halle, et pesant 734 kilogrammes, à raison de 230 kilogrammes l'un.

Ce fourneau n'ayant jamais marché au charbon, on ne peut comparer cette consommation

de combustible à celle qu'il aurait donnée dans le travail au charbon; mais, considérée en elle-même, cette consommation est évidemment très-économique.

Les hauts-fourneaux des environs de Saint-Dizier, qui traitent des minerais de même richesse, mais plus fusibles, et qui travaillent de même au vent froid, consomment généralement, par 1.000 kil. de fonte, le charbon provenant de 17 à 18 stères de bois taillis analogues à ceux de Senuc. Le haut-fourneau de Senuc, en marchant au charbon seul, consommerait donc environ 18 stères, et, s'il en était ainsi, l'économie de combustible résultant de l'emploi du bois torréfié serait d'environ 38 p. o/o.

Hauts-fourneaux de Montblainville.

Les hauts-fourneaux de Montblainville sont situés dans la commune de ce nom, département de la Meuse, à 4 kilomètres de Varennes; ils appartiennent à M. Bellevue.

Tous les résultats que je rapporterai sont relatifs au fourneau n° 1.

Le minerai principal est un peroxide hydraté, en très-petits grains amorphes; on y mélange une petite quantité de minerai de Nouart, qui n'est qu'un calcaire ferrugineux très-pauvre qui sert de fondant. Le minerai mélangé rend environ 40 p. o/o; mais le rendement exact ne figure pas dans les roulements, parce que dans les comptes de l'usine le minerai de Nouart est compté seulement pour 10 p. o/o de son poids réel, ce qui augmente le rendement apparent du minerai. Minerai.

La mesure locale est la bache, dont le poids moyen est de 23 kil.

Castine. La mesure pour la castine est la bache de 20 kil.

Bois de charbonnage. Le bois de charbonnage est du taillis de 20 ans, ne contenant presque que du bois dur, et principalement du hêtre. La corde est le double stère.

La mesure de consommation pour le charbon est la respe de 12 au mètre cube, soit environ 85 litres.

Ce charbon pèse environ 240 kil. le mètre cube.

Le bois soumis à la torréfaction est de même espèce que le bois de charbonnage.

Bois torréfié. La mesure de consommation pour le bois vert découpé est la respe dont la contenance habituelle est de 90 litres. La corde ou double stère en donne 24. Ainsi, si la respe contenait toujours 90 litres, 1 stère de bois cordé donnerait $1^{m.c.},08$ de bois découpé.

Après torréfaction, le bois est versé dans des respes dont la contenance est de même de 90 litres, on n'inscrit aux roulements que la consommation de bois torréfié, et on admet que la torréfaction diminue généralement le volume de 40 p. 0/0.

Soufflerie. Le vent est chaud, mais il est chauffé par la chaleur perdue d'un foyer de chaufferie à la houille, qui chôme presque toujours le dimanche, ce qui peut nuire à la régularité de l'allure du fourneau et diminuer les bons effets du vent chaud.

La température moyenne du vent est de 275° centigrades, et sa pression est de 4 centim.

Le diamètre de la buse est de 55 millim., d'après cela la quantité de vent lancée par minute occuperait un volume de $8^{m.c.},60$ à la température de 0, et à la pression atmosphérique; cette quantité est faible.

Fourneau. Il n'a été fait au fourneau aucune modification

pour l'approprier à l'emploi du bois torréfié; il a 8m.,33 de hauteur.

Nature du produit.

La fonte est blanche et destinée à la forge.

Travail au charbon seul.

Les roulements au charbon seul, tels qu'ils étaient avant l'emploi du bois torréfié, ne me paraissent pas pouvoir être comparés aux roulements actuels avec un mélange de charbon et de bois torréfié, pour deux raisons; parce que l'emploi du bois torréfié a suivi de très-près l'emploi de l'air chaud, de sorte que les roulements au charbon seul et au vent chaud sont peu connus; et ensuite parce que les fourneaux paraissent être mieux soignés depuis l'emploi du bois, à cause de la surveillance spéciale qu'on apporte à cette innovation. Pour ces raisons je me bornerai à rapporter ici les résultats de l'emploi du bois torréfié.

Travail au mélange de bois torréfié et de charbon.

Cet emploi a commencé au milieu de 1836, et depuis cette époque il a été continué sans interruption.

L'allure du fourneau n'a rien perdu de sa régularité, le rendement du minerai n'a pas été modifié, la production n'a pas été diminuée, et la fonte est restée de même nature et de même qualité.

Voici l'ensemble de 3 mois, juin, août et octobre 1837, ce sont les 3e, 5e et 7e mois d'un fondage. Il y a eu d'assez grandes variations dans la production d'un mois à l'autre.

Nombre de charges.	3.573 pour 92 jours, soit par jour 38,8.
Charbon de forêt. .	2.530 respes = 210m.c.,83.
Bois torréfié. . . .	13.168 respes qui, à 60 p. 0/0, proviennent de 21.947 respes de bois découpé, provenant elles-mêmes (à raison de 12 par stère), de 1.829 stères de bois cordé.

Minerai. . .	20.145 baches	=	463.335 k.
Castine . .	3.573 baches	=	71.760 k.
Fonte. . .	212.969 k. soit par mois,		70,989 k.

Le bois torréfié est entré pour 84 p. 0/0 dans le volume total de combustible.

Composition moyenne de la charge.

Charbon. . . 0 respe $\frac{7}{10}$. . . . = 0m.c.,059 } 0m.c.,372.
Bois torréfié 3 respes $\frac{1}{10}$. . . . = 0 ,313 }
Minerai 5 baches $\frac{1}{2}$ = 127k.
Castine. 1 bache = 20

Consommation par 1.000 k. de fonte.

Charbon de forêt. 0m.c.,990, qui, à 29 p. 0/0, proviennent de 3st.,41 $\frac{1}{3}$ de bois.
Bois torréfié . . . Il provient de 8st., 588 de bois vert cordé, qui, à 29 p. 0/0, eussent donné 2m.c.,491 de charbon de forêt.

Consommation totale { Evaluée en bois 12 st., 002.
{ Evaluée en charbon. 3m.c.,481.

Ces 3m.c.,481 de charbon, à 240 k l'un, pèsent 835 k.
Minerai. . . . . 2.175 k. d'où rendement 46 p. 0/0 (1).
Castine . . . . . 337 k.

Les 1.000 k. de charbon fondent { *Minerai*. . 2.604 k. } 3.008 k
{ *Castine*. . 404 }

J'ai dit que dans les roulements antérieurs de ce fourneau, lorsqu'il marchait au charbon seul, on ne pouvait trouver aucun terme de comparaison exact pour apprécier l'économie de combustible résultant de l'emploi du bois torréfié : on voit néanmoins que cette économie est considérable, puisque, en employant encore un peu de charbon, sa consommation totale n'est que de 12 stères de bois par 1.000 k. de fonte.

Au charbon seul et au vent chaud, sa consommation devrait être de 16 $\frac{1}{2}$ à 17 stères, de sorte que l'économie de combustible que réalise déjà l'emploi partiel du bois torréfié serait de 27 à 29 p. 0/0 de cette consommation.

---

(1) Comme je l'ai dit ci-dessus, et pour la cause que j'ai indiquée, ce rendement apparent est plus élevé que le rendement réel; et par suite, le chiffre qui indique la quantité de matières fondues par 1000 kil. de charbon est trop faible

Haut-fourneau des Bièvres.

Le haut-fourneau des Bièvres est situé dans la commune d'Autrey, département des Ardennes, à 12 kilomètres sud de Grand-Pré.

Il appartient à M. Fauveau-Deliars.

C'est dans ce fourneau qu'ont été faits les premiers essais de l'emploi du bois torréfié par MM. Houzeau-Muiron et Fauveau-Deliars.

On traite les mêmes espèces de minerai qu'à Montblainville, le peroxide hydraté en grain et le calcaire ferrugineux de Nouart. **Minerai.**

La mesure de consommation est la bache, de 14 litres. Le minerai én grain pèse 23 k. la bache, soit 1.620 k. le mètre cube; le minerai de Nouart pèse 20 k. soit 1.400 k. le mètre cube.

La mesure pour la castine est la bache de 14 litres, pesant 20 k. **Castine.**

Le bois qu'on torréfie maintenant, et qu'on carbonisait autrefois, est du taillis de 20 ans, contenant $\frac{3}{4}$ d'essences dures. **Bois.**

La corde est le double stère.

La mesure pour le bois vert découpé est la respe, dont la contenance est d'environ 90 litres; la corde en donne 25, terme moyen, de sorte que si les respes avaient toujours cette contenance de 90 litres, 1 stère de bois cordé donnerait $1^{m.c.}$,125 de bois découpé.

Le bois est mis dans des respes après torréfaction, mais on n'inscrit aux livres que le nombre de respes de bois vert. On admet qu'en général la torréfaction diminue le volume de 40 p. o/o.

Le vent est chaud. La température habituelle est de 220 degrés centigrades. **Soufflerie.**

Fourneau.

Il n'a été fait au fourneau aucune modification pour l'approprier à l'emploi du bois. Voici ses principales dimensions :

Diamètre du gueulard. 0m,59
Diamètre du ventre. . . . . . 2 ,00
Le creuset a 0,43 sur 0,68
Du fond du creuset à la tuyère. 0 ,35
Du fond du creuset à la naissance des étalages 1m.
Hauteur des étalages. 1m,67
Hauteur totale. . . . . 8 ,33

Nature du produit.

Avant l'emploi du bois torréfié, le fourneau faisait beaucoup de sablerie, et il paraît que cette fabrication a été interrompue pendant les essais, parce qu'ils donnaient au fourneau une allure irrégulière qui se prêtait mal à ce mode d'emploi de la fonte. Depuis cette époque on n'a guère fait que de la fonte de forge, mais on reprend le travail de la sablerie, l'allure du fourneau étant devenue tout à fait régulière.

La fonte pour la sablerie était grise, maintenant pour la forge elle est gris blanchâtre.

Travail au charbon seul.

Les roulements obtenus pendant le travail au charbon seul ne peuvent être comparés aux roulements actuels pour diverses raisons ; le bois torréfié a suivi de près l'emploi de l'air chaud, de sorte que la plus grande partie des roulements au charbon seul sont au vent froid ; lorsqu'on travaillait au charbon seul, on travaillait en fonte grise pour sablerie , tandis que maintenant on travaille en fonte de forge dont la couleur tire sur le blanc ; de plus, au charbon seul la consommation paraît avoir été très-variable et souvent beaucoup trop considérable par suite d'irrégularités dans les fondages.

Pour ces raisons je me bornerai à citer les roulements au bois torréfié.

Travail au bois torréfié.

L'emploi de ce bois a commencé en 1835, et a continué depuis sans interruption ; main-

tenant on travaille habituellement au bois torréfié seul, quelquefois on y mélange une très-petite quantité de charbon, dont l'emploi a pour but, soit d'épuiser les approvisionnements, soit peut-être dans certains cas de remédier à quelques accidents.

Voici l'ensemble des deux mois de septembre et octobre 1837, ce sont les quatrième et cinquième du fondage.

Nombre de charges. 1.582 pour 61 jours, soit par jour 26.
Charbon de forêt 95 respes (à 10 $\frac{1}{2}$ pour 4 poinçons de 225 litres l'un, à la sortie) = 8m.c.,143.
Bois torréfié. Provenant de 15.613 respes de bois vert découpé, qui, à 12 $\frac{1}{2}$ par stère, proviennent elles-mêmes de 1.249st.,04.

Minerai { en grain, espèces mêlées. . . 12.866 baches. = 295.918 k. / de Nouart. . 395 baches. = 7.900 } 303.818 k.

Castine. 790 $\frac{1}{2}$ baches = 15.810 k.

Fonte { gueuse. . . 109.217 k. / moulages. . 14.925

124.142, soit par mois 62.071 k.

Composition de la charge :

Charbon de forêt (pour mémoire).
Bois torréfié. Il provient de 10 respes de bois découpé, et occupe un volume d'environ 0m.c.,540.

Minerai { en grain, espèces diverses, 8 baches = 185 k. / de Nouart $\frac{1}{4}$ de bache. . . . . . . = 5

Castine. $\frac{1}{2}$ bache = 10 k.

Dans le volume total de combustible, le bois torréfié est entré pour 99 p. 0/0, ainsi ce roulement peut être regardé comme étant au bois torréfié seul sans mélange de charbon.

Consommation par 1.000 kil. de fonte.

Charbon de forêt. 0m.c.,066, qui, à 29 p. 0/0, proviennent de 0st.,227.
Bois torréfié. Il provient de 10st.,061 de bois vert cordé, qui, à 29 p. 0/0, eussent donné 2m.c.,917 de charbon de forêt.

Consommation totale { évaluée en bois. 10st.,288.
évaluée en charbon. 2m.c.,983.

Ces 2m. c.,983 de charbon, à 230 k. l'un, pèsent 686 k.

Minerai. 2.447 k. d'où rendement 40,9 p. o/o.
Castine. 127

Les 1.000 k. de charbon ont fondu { *minerai.* 3.719 k. / *castine..* 193 } 3.912 k.

Ces deux mois étant pris au milieu d'un fondage, c'est-à-dire au moment où la consommation de combustible est la moindre, la consommation moyenne est un peu plus élevée que celle qu'ils ont donnée; et, d'après les roulements habituels, on peut admettre que ce haut-fourneau en fonte de forge, à l'air chaud et au bois torréfié seul, consomme, terme moyen d'un fondage entier, 11 stères de bois par 1.000 kilogrammes de fonte.

J'ai dit plus haut pourquoi cette allure ne pouvait être comparée avec exactitude avec la consommation qu'on avait autrefois dans le travail au charbon; mais, considérée en elle-même, cette allure est évidemment très-économique.

Au charbon seul en fonte de forge et à l'air chaud, ce fourneau, avec ses minerais riches, mais un peu réfractaires, devrait consommer environ 17 stères de bois; à ce taux, l'économie de combustible résultant de l'emploi du bois torréfié serait d'environ 35 à 36 p. o/o.

Hauts-fourneaux de Mutterhausen.

Les deux hauts-fourneaux de Mutterhausen sont situés à l'extrémité orientale du département de la Moselle, à 1 myriamètre sud de Bitche.

Ils travaillent au vent froid, et produisent de

la fonte grise de très-bonne qualité, employée en partie pour la forge, en partie pour le moulage en première fusion de pièces diverses, comme poteries et pièces mécaniques.

Au charbon seul, leur consommation de combustible aux 1.000 kilogrammes de fonte était considérable, et doit être attribuée à la nature de la fonte et à la pauvreté des minerais.

L'emploi du bois torréfié a commencé avec l'année 1837, et s'est continué depuis sans interruption. Il est d'abord entré dans la charge pour $\frac{1}{5}$, puis pour $\frac{2}{5}$, et enfin, depuis le mois d'octobre, pour $\frac{3}{5}$ du volume total du combustible. Pour cet emploi il n'a été fait aucune modification aux dimensions intérieures des fourneaux : leur allure n'a été ni dérangée ni modifiée; le rendement des minerais et la production n'ont pas été diminués; la fonte est grise, et souvent graphiteuse, comme elle était autrefois.

On a réalisé, par suite de cet emploi, une économie notable de combustible; mais je ne puis la préciser, les nombres qui m'ont été indiqués à l'usine, et les résultats numériques dont j'ai eu communication, n'étant pas assez positifs ou assez concordants pour que je puisse les rapporter ici.

Haut-fourneau de Brazey.

Les essais du baut-fourneau de Brazey (Côte-d'Or) ont eu lieu en juin et juillet 1837; ils ont été interrompus, parce qu'on a reconnu que des modifications faites à l'intérieur du fourneau avaient altéré son allure. Ils ont dû être repris à la fin de 1837.

Économie de combustible qui peut résulter de l'emploi du bois torréfié dans les hauts-fourneaux.

D'après les résultats obtenus dans les hauts-fourneaux dont je viens de donner les roulements, on peut admettre que, dans son emploi aux hauts-fourneaux, et quelle que soit d'ailleurs sa proportion par rapport au charbon, le bois torréfié provenant de 1 stère de bois vert remplace, terme moyen, $0^{m.c.}$,45 du charbon de forêt qui proviendrait de la carbonisation de la même espèce de bois, tandis que la carbonisation de ce stère de bois en forêt ne donne, terme moyen, que $0^{m.c.}$,29 de charbon mesuré après le déchet de halle. Il est certain d'ailleurs, d'après les mêmes résultats, que le bois torréfié suffit seul à l'alimentation des hauts-fourneaux, c'est-à-dire qu'il peut y être employé seul sans mélange de charbon.

D'après cela l'économie de combustible qui résulte de l'emploi exclusif du bois torréfié est mesurée par la différence des nombres 45 et 29, c'est-à-dire qu'elle est de 35 $\frac{1}{2}$ p. 0/0 de la consommation primitive : c'est en effet celle que la pratique a donnée.

Pour réaliser cette économie il faut ne brûler que du bois torréfié; le chiffre de l'économie diminue à mesure que la proportion de charbon mélangé augmente elle-même.

Nous avons vu que la limite théorique de cette économie est d'environ 41 p. 0/0, attendu que le bois torréfié provenant de 1 stère de bois vert peut produire à peu près autant de chaleur que $0^{m.c.}$,49 de charbon.

Cette limite n'est pas atteinte, parce que le bois torréfié, brûlé dans les hauts-fourneaux, y perd

une plus grande partie de sa chaleur que le charbon, c'est-à-dire qu'une plus forte proportion de matières combustibles s'échappe avec les gaz, comme on le reconnaît à l'augmentation de la flamme du gueulard.

Économie d'argent qui peut résulter de l'emploi du bois torréfié dans les hauts-fourneaux.

Le bois torréfié qui provient de 1 stère de bois vert remplaçant $0^{m.c.},45$ de charbon mesuré à la sortie de la halle, qui, à 29 p. o/o, provient lui-même de 1 stère $\frac{55}{100}$ de bois, l'emploi du bois torréfié produira une économie d'argent toutes les fois qu'il en coûtera moins pour acheter, rendre à l'usine, découper et torréfier 1 stère de bois, que pour acheter et carboniser 1 stère $\frac{55}{100}$, et pour amener à l'usine le charbon qui en proviendra.

Pour comparer ces dépenses je vais, comme je l'ai déjà fait, considérer le cas d'une usine placée, sous le rapport de la distance des coupes, dans les conditions les plus habituelles, et évaluer l'économie pour les différents prix du bois dans nos divers districts de forges.

Prix du bois torréfié.	Par stère de bois vert.
Achat sur pied.	a.
Abattage, façon, cordage. Déduction faite du produit de la vente des branchages, comme ci-dessus.	$0^{fr.},30$
Transport à l'usine. Dans le cas de l'emploi du bois vert et du bois desséché, j'ai supposé que le bois venait d'une distance moyenne de 10 kilomètres, et cette distance était suffisante, parce que ces bois n'étant employés que mélangés au charbon, il n'en faut pas une très-grande quantité, et on les tire des coupes les plus voisines. Pour le bois torréfié, qui peut être employé seul, il faut supposer une plus grande distance moyenne, soit alors 12 kilomètres, à 25 centimes l'un par 1.000 kilog., c'est par stère de 360k. 1fr.,08, soit en nombres ronds 1, 00.	1, 00.
Empilage à l'usine, comme ci-dessus.	0, 10.
Sciage et fente. . . . comme ci-dessus.	0, 70.
Torréfaction.	0, 40.
Total.	a + 2, 50.

C'est-à-dire que, pour abattre, façonner, rendre à l'usine, découper et torréfier un stère de bois, il faut dépenser 2 fr. 50 c.

Pour abattre, façonner, dresser et carboniser 1 stère de bois, et pour rendre à l'usine le charbon qui en provient, il faut, comme ci-dessus, 1 fr.

Ainsi l'économie résultant de l'emploi du bois torréfié est, par stère de bois employé, de $1{,}55\,(a + 1) - (a + 2{,}50)$ ou $0{,}55 \times a - 0{,}95$.

Cette économie sera positive tant que le prix du stère de bois, sur pied dépassera 1 fr. 75 c.

Cela posé, soit un haut-fourneau qui, dans le travail au charbon seul, consommait 19 stères de bois par 1000 kilogrammes de fonte ; par l'emploi exclusif du bois torréfié il réalisera 35 $\frac{1}{2}$ p. 0/0 d'économie de combustible, et ne consommera plus que 12 stères $\frac{1}{4}$ de bois par 1000 kilogrammes de fonte. D'après cela

Le prix du stère de bois sur pied étant de $a =$	fr. 2,00	2,50	3,00	3,50	4.00	4.5	5,00
Au charbon seul la dépense de combustible est par 1.000k. de fonte 19 $(a+1)$, soit. . .	57,00	66,50	76,00	85,50	95,00	104,50	114,00
Au bois torréfié elle sera de 12 1/4 $(a+2{,}50)$, soit. . .	55,13	61,25	67.38	73.50	79,63	85.75	91.88
Economie d'argent par 1.000 k. de fonte, en francs. .	1,87	5,25	8,62	12,00	15,37	18,75	22,12
Economie d'argent en centièmes de la dépense primitive. p. 0/0. . . .	3,3	7,8	11,3	14	16	18	19.4

Ainsi, pour un haut-fourneau placé, relativement à la distance des coupes, dans les conditions moyennes que j'ai supposées, l'économie d'argent que peut produire l'emploi exclusif du bois torréfié, en remplacement du charbon de

bois, varie de 2 fr. à 22 par 1000 kilogrammes de fonte, suivant que le prix du stère de bois sur pied varie de 2 fr. à 5 fr., soit de 3 à 20 p. 0/0 de la dépense primitive en combustible. Cela fait annuellement une économie de 2.000 f. à 22.000 f. pour un fourneau dont la production annuelle est, terme moyen, de 1 million de kilogrammes de fonte (1).

Résumé de l'emploi du bois torréfié dans les hauts-fourneaux.

1° Le bois torréfié peut être employé dans les hauts-fourneaux avec ou sans mélange de charbon. Deux fourneaux, celui de Senuc et celui des Bièvres, travaillent au bois torréfié seul, l'un depuis vingt mois, l'autre depuis six. Plusieurs autres fourneaux travaillent depuis un an avec un mélange de charbon et de bois torréfié dans lequel le bois torréfié entre pour 8 à 9 dixièmes du volume total.

2° Pour cet emploi il n'a été fait aucune modification aux dimensions intérieures des fourneaux, ils sont restés ce qu'ils étaient pendant le travail au charbon seul; il est probable pourtant qu'il y aurait avantage à faire quelques modifications, dans le but de permettre l'augmentation du volume de la charge, et d'activer la production.

3° Parmi ces fourneaux les uns sont au vent

---

(1) Généralement, soit un haut-fourneau qui, au charbon seul, consommait m stères de bois par 1000 kil. de fonte. Ces m stères coûtaient $m\ (a+1)$.

Au bois torréfié seul il consommera $0,65 \times m$ stères, qui coûteront $0,65\ m\ (a+2,50)$.

L'économie pécuniaire par 1000 kil. de fonte sera de

$$m\ (a+1) - 0,65\ m\ (a+2,50)$$

c'est-à-dire de $m\ (0,35\ a - 0,62)$.

chaud, les autres au vent froid; ces derniers sont en majorité. Avec le bois torréfié comme avec le charbon le vent chaud réalise une économie de combustible; mais il n'est nullement une condition indispensable à l'emploi du bois torréfié, et il ne paraît pas plus favorable à l'emploi de ce combustible qu'à celui du charbon.

4° Pour remplacer le charbon par le bois torréfié on a en général diminué la charge de minerai, parce que les dimensions du gueulard et la hauteur de la cuve ne permettaient pas d'augmenter suffisamment le volume total de la charge pour laisser la charge de minerai ce qu'elle était auparavant: le volume total de la charge s'est trouvé néanmoins généralement augmenté. La descente des charges s'est accélérée.

5° L'allure des fourneaux est restée régulière, quelle que fût l'espèce de fonte produite, grise ou blanche, pour moulage ou pour forge. Cette allure ne présente pas d'accidents; il paraît même que l'emploi du bois torréfié n'a pas rendu les chutes de minerai plus fréquentes, et d'après cela on peut espérer qu'il n'en occasionnera nulle part, car le minerai des Ardennes, en grains isolés extrêmement petits, est de tous les minerais celui qui a le plus de facilité à traverser la masse de combustible.

6° Le rendement du minerai ne paraît pas avoir été modifié : dans plusieurs fourneaux les roulements antérieurs ne permettent pas de faire avec exactitude l'appréciation comparative de ces rendements; dans deux autres le rendement est plus considérable qu'il n'était pendant le travail au charbon seul, et cette augmentation est attribuée à l'influence du bois torréfié, mais il est plus probable qu'elle est due à une augmentation de richesse du minerai.

7° La qualité de la fonte et son aspect ne paraissent avoir subi aucune altération.

8° La production est restée à peu près la même; cependant il est probable qu'elle a été un peu diminuée, ce à quoi, du reste, il sera facile de remédier.

9° L'économie de combustible est considérable. Le bois torréfié qui provient de 1 stère de bois vert remplace généralement 0m.c.,45 de charbon de forêt mesuré à la sortie de la halle, tandis que, carbonisé en forêt, ce stère n'eût rendu, terme moyen, que 0m.c.,29 après le déchet de halle. D'après cela l'économie de combustible résultant de l'emploi du bois torréfié est mesurée par la différence des nombres 45 et 29, c'est-à-dire que quand cet emploi est exclusif et sans mélange de charbon, l'économie est de 35 $\frac{1}{2}$ p. 0/0 de la consommation primitive.

Le bois torréfié provenant de 1 stère de bois vert peut produire environ autant de chaleur que 0m.c.,49 de charbon de forêt; s'il n'en remplace que 0m.c.,45, c'est parce qu'il brûle dans le haut fourneau moins utilement que le charbon, une plus forte proportion de matières combustibles s'échappant avec les gaz, comme on le reconnaît à l'augmentation de la flamme du gueulard. Ce chiffre 0m.c.,49 correspond au maximum théorique de l'économie, c'est-à-dire à 41 p. 0/0 environ.

10° L'économie d'argent est variable avec la distance des coupes et le prix des bois; elle est d'autant plus forte que le prix est plus élevé et la distance moindre. Pour un haut-fourneau situé, relativement à la distance des coupes, dans des conditions moyennes, l'économie de combustible résultant de l'emploi exclusif du bois torréfié varie, par 1000 kilogrammes de fonte, de 2 fr. à 22 fr., suivant que le prix du stère de bois sur

pied varie de 2 fr. à 5 fr., soit de 3 à 20 p. 0/0 de la dépense en combustible qui a lieu au charbon seul ; et pour les prix de 3 fr. et 3 fr. 50, qui sont communs au plus grand nombre de nos forges, elle est de 8^fr.,6 et 12 fr., soit de 8.600 et 12.000 fr. par an pour une production annuelle de 1 million de kilogrammes.

CHAPITRE III.

EMPLOI DU BOIS TORRÉFIÉ DANS LES FEUX D'AFFINERIE.

La forge de Senuc est la seule qui, jusqu'ici, ait employé le bois torréfié ; elle est composée de deux feux, et fait partie de la même usine que le haut-fourneau dont j'ai déjà parlé.

Fonte.

La fonte est blanc grisâtre, elle provient des hauts-fourneaux voisins et de celui de Senuc.

Bois de charbonnage.

Le bois de charbonnage est du taillis de 18 à 20 ans, contenant $\frac{3}{5}$ d'essences dures; la corde est le double stère.

Charbon.

Six cordes, soit 12 stères, carbonisés en forêt, rendent 1 char, mesure de réception, qui, à l'entrée de la halle, contient 4 mètres cubes, ainsi le rendement, à l'entrée de halle, est de $\frac{1}{3}$ en volume. On admet, comme résultat général des roulements, que le déchet de la halle est de $\frac{1}{6}$ du charbon consommé, soit $\frac{1}{7}$ du charbon entré dans la halle ; d'après cela le rendement à la sortie de la halle serait de 28,6 p. 0/0 ; comme ce déchet de $\frac{1}{7}$ est un peu fort, et que de son admission résulte un léger boni de halle, j'admettrai 29 p. 0/0 (1).

---

(1) Sur les livres de l'usine, les consommations sont portées en charbon mesuré à l'entrée de la halle, et, pour cela, aux consommations réelles mesurées à la sortie, on

La mesure de consommation pour le charbon est la respe ; autrefois elle contenait $\frac{1}{12}$ de mètre cube, maintenant elle contient $\frac{1}{10}$, c'est-à-dire qu'elle est plus remplie. On a introduit cette modification, parce qu'ainsi remplie la respe ne peut plus être remplie davantage, de sorte qu'il est plus facile de surveiller la consommation de charbon.

Bois torréfié.

Le bois livré à la torréfaction pour l'usage de la forge est presque uniquement du bois tendre et du menu de bois dur, par suite du triage qui réserve pour le haut-fourneau tout le bois dur en rondins. La torréfaction est poussée plus loin que pour l'usage des hauts-fourneaux ; elle enlève au bois, terme moyen, 50 p. 0/0 en volume (1).

Soufflerie.

Le vent est froid.

Feu.

Il n'a été fait, à la disposition des feux, aucune modification spéciale pour les approprier à l'emploi du bois.

Nature du produit.

Le fer produit est tantôt du fer marchand de tout échantillon, tantôt du fer en grosses barres de 15 centimètres de largeur sur 3 centimètres d'épaisseur, appelé fer à laminer, et destiné à être étiré entre des cylindres établis dans l'usine. Quant à la qualité, c'est du fer *métis*.

Travail au charbon seul.

Voici, comme exemple du travail au charbon seul, le roulement d'un feu pendant le mois d'avril 1836. Pendant ce mois il y a eu un chômage de plus d'une semaine.

---

ajoute $\frac{1}{6}$ pour déchet. Je rétablirai ici les consommations en charbon mesuré à la sortie de la halle, afin de continuer à suivre le mode que j'ai adopté dans le cours de ce mémoire.

(1) D'après les expériences que M. Sauvage a faites à Harraucourt, on peut admettre qu'à cette diminution de volume de 50 p. 0/0 correspond une diminution de poids d'environ 63 p. 0/0 pour le bois de six mois de coupe.

Charbon. 687 respes de $\frac{1}{12}$ de mètre cube = $57^{m.c.},25$.

Fonte { gueuse . 7.603k, débris . . 2.733, bocage. . 1.140 } 11.476 k.

Fer { à laminer . 741k, marchand . 6.932 } 7.673 k.

d'où, consommation par 1.000 kil. de fer presque entièrement marchand :

Fonte. . . . 1.495 k
Charbon . . $7^{m.c.},461$ qui, à 210 k. l'un, pèsent 1 567 k.

Cette consommation de combustible est à peu près celle que donnent la plus grande partie des feux de forge qui, travaillant au vent froid, font du fer marchand.

Quand on ne faisait que du fer à laminer, la consommation de combustible était moindre de $\frac{1}{7}$ environ, soit, terme moyen, $6^{m.c.},4$, qui, à 29 p. 0/0, provenaient de $22^{st.},069$ de bois.

L'emploi du bois torréfié a commencé à la fin de 1836, et s'est continué depuis sans interruption.

Travail au mélange de bois torréfié et de charbon. On travaille avec un mélange de bois torréfié et de charbon, et on dit que l'emploi de cette petite quantité de charbon est uniquement due à l'insuffisance du nombre des fours de torréfaction ; c'est-à-dire qu'on admet que le travail pourrait se faire au bois torréfié seul, ce qui est assez probable, sans pourtant être appuyé sur aucune expérience précise.

Le bois torréfié paraît d'ailleurs employé indistinctement à tous les instants de l'opération.

Voici l'ensemble de deux mois, juin 1837, du feu n° 2, et septembre 1837, du feu n° 1.

Charbon de forêt. 452 respes de $\frac{1}{10}$ de mètre cube = $45^{m.c.},20$

Bois torréfié. . . 2.325 respes = $232^{m.c.},50$ provenant de 4.672 respes = $467^{m.c.},20$ de bois vert découpé ce qui fait un rendement de 50 p. 0/0. Ce bois découpé provenait lui-même à raison de 11 1/2 respes par stère de $406^{st.},26$ de bois cordé.

Fonte. . .	Gueuse.	51.845k.	53.383k.
	Bocage..	1.478	
Ferraille..		60	

Fer à laminer. . 37.004k. soit par feu et par mois de 4 semaines 18.502k.

Dans le volume total de combustible, le bois torréfié est entré pour 83 p. o/o.

Consommation par 1,000k. de fer à laminer.

Fonte. . . . 1.442k.
Charbon de forêt. 1m.c.,221 qui à 29 p. o/o proviennent de 4st.,210 de bois.
Bois torréfié.. . . 6m.c.,283 provenant de 10st.,976 de bois cordé qui à 29 p. o/o eussent donné en charbon de forêt 3m.c.,183.

Consommation totale	Evaluée en bois. . . .	15st.,186
	Evaluée en charbon .	4m.c.,404

Lorsqu'on travaillait au charbon seul, le feu était découvert et la gueuse entrait par la rustine, comme cela a lieu encore dans la plupart de nos feux de forges. Comparaison.

Depuis qu'on emploie le bois torréfié, on a couvert le feu d'une voûte pour conduire la flamme aux caisses de torréfaction, et on a profité de cette chaleur perdue pour chauffer les gueusets qui, par suite, sont déjà à la chaleur rouge quand on les introduit dans le creuset; de plus, un changement apporté au montage des feux a, concurremment avec l'échauffement des gueusets, augmenté la production, et l'a élevée, de 12 mille kilogrammes, à 16 mille par mois de quatre semaines. Ces trois modifications ont dû nécessairement diminuer la consommation de combustible. D'un autre côté le bois, actuellement employé après torréfaction, est, à volume égal, de qualité bien inférieure à celle du bois, qui autrefois était carbonisé pour la forge, ce qui tend à diminuer l'économie résultant de l'emploi du bois torréfié, quand on apprécie cette économie par la considération des volumes. Pour ces raisons, il n'est pas

possible de déduire de ces roulements une appréciation exacte de l'économie de combustible résultant de l'emploi du bois torréfié.

Si néanmoins on voulait faire cette comparaison d'après les chiffres précédents, on trouverait que l'économie aurait été de 31 p. 0/0 de la consommation primitive, et que le bois torréfié provenant de 1 stère de bois cordé aurait remplacé $0^{m.c.},47$ de charbon de forêt. Ces résultats sont trop élevés, et exagèrent les avantages du bois torréfié, et le rapport $0^{m.c.},47$ l'indique lui-même; car pour ce bois, dont la torréfaction a été poussée plus loin que celle du bois destiné aux hauts-fourneaux, et qui de plus contenait plus d'essences tendres que le charbon qu'il remplaçait, le maximum théorique serait inférieur à ce nombre.

De l'exemple de cette forge, je me bornerai donc à conclure :

1° Que l'affinage du fer au feu d'affinerie ordinaire paraît pouvoir se faire, sans inconvénients, avec un mélange de bois torréfié et de charbon, dans lequel le bois torréfié entre pour au moins les $\frac{4}{5}$ du volume total;

2° Que cet emploi n'augmente ni le déchet ni la main-d'œuvre, et ne modifie ni la qualité ni la production;

3° Qu'il donne une économie considérable de combustible, qui pourtant doit être moindre que dans les hauts-fourneaux, parce que la torréfaction doit être poussée plus loin, et par suite perdre plus de matières volatiles, et en outre parce qu'il est probable que les matières volatiles qui restent dans le bois torréfié, produisent moins d'effet utile à la forge qu'au haut-fourneau, où elles servent à l'échauffement et peut-être à la réduction du minerai.

QUATRIÈME PARTIE.

CHAPITRE PREMIER.

COMPARAISON DES RÉSULTATS OBTENUS DE L'EMPLOI DU BOIS VERT, DESSÉCHÉ ET TORRÉFIÉ.

Comparons les résultats que donne le bois employé dans ces trois états dans les hauts-fourneaux.

1° L'emploi du bois torréfié est tout à fait usuel, et il a lieu depuis assez longtemps dans un assez grand nombre de hauts-fourneaux pour que ses avantages soient tout à fait hors de doute, et leur mesure à peu près certaine ; l'emploi du bois vert est à l'état de pratique régulière depuis assez longtemps déjà, mais dans un petit nombre de fourneaux, en ne tenant compte que de ceux qui l'emploient en assez forte proportion ; enfin l'emploi du bois desséché doit être regardé comme n'étant pas encore à l'état de pratique tout à fait régulière, quoiqu'il ait lieu depuis assez longtemps déjà, et dans un assez grand nombre de hauts-fourneaux.

2° Un stère de bois taillis employé dans les hauts-fourneaux y remplace 0m.c.,50 de charbon de forêt quand il est employé vert ou desséché, et 0m.c.,45 seulement quand il est employé après torréfaction, tandis qu'à la carbonisation en forêt il n'eût donné, terme moyen, que 0m.c.,29 de charbon mesuré au moment de l'emploi, après le déchet de halle.

Ainsi le bois produit un peu plus d'effet utile employé vert ou desséché qu'employé après torréfaction, ce qui est dû à la perte de combustible résultant de la torréfaction elle-même.

3° Mais le bois torréfié peut être employé seul, sans mélange de charbon, tandis que les bois verts ou desséchés n'ont jusqu'ici été employés avec avantage que mêlés au moins à volume égal de charbon, les résultats obtenus avec une plus forte proportion de bois vert ou desséché étant ou incertains ou désavantageux.

4° D'après cela l'économie de combustible résultant de l'emploi exclusif du bois torréfié est mesurée par la différence des nombres 45 et 29, c'est-à-dire qu'elle est de 35 à 36 p. o/o de la consommation primitive; tandis que l'emploi du bois vert ne donne qu'une économie de 14 p. o/o, soit $\frac{1}{7}$, et le bois desséché une économie de 17 p. o/o, soit $\frac{1}{6}$, lorsque ces deux combustibles sont mêlés à volume égal de charbon (1).

5° L'économie d'argent est variable avec la distance des coupes et le prix des bois; elle est d'autant plus forte que le prix est plus élevé et la distance moindre.

Pour un haut-fourneau placé dans les conditions moyennes relativement à la distance des coupes, et suivant que le prix du stère de bois sur

---

(1) La différence entre ces nombres 14 et 17, vient de ce qu'à cause de la diminution de volume opérée par la dessiccation, l'emploi du bois desséché, à la proportion de moitié du volume total du combustible, correspond à une proportion de bois en nature plus considérable que celle qui est représentée par l'emploi du bois vert mêlé de même à son volume de charbon.

pied varie de 2 fr. à 5 fr., l'économie d'argent par 1.000 kilog. de fonte varie :

	fr.		fr.	
Au bois vert, de . . .	4	à	12	Ces deux combustibles étant employés mélangés à volume égal de charbon.
Au bois desséché, de. .	3	à	13	
Au bois torréfié, de. .	2	à	22	pour un emploi exclusif de bois torréfié sans mélange de charbon.

6° Ainsi, en comparant le bois vert au bois desséché : on voit d'une part, que la dessiccation préalable n'augmente pas l'effet utile du bois, ce qui indique que la vaporisation de l'eau hygrométrique du bois vert n'enlève à la cuve aucune portion de chaleur qui eût pu être utilisée dans le fourneau, ou du moins que cette portion de chaleur est compensée par la perte de matières combustibles, qui résulte du commencement de distillation qui suit la dessiccation du bois à l'étuve ; d'autre part, qu'à la proportion à laquelle ils sont employés maintenant, le bois vert et le bois desséché donnent tous deux à peu près la même économie pécuniaire. D'après cela, si on ne parvient pas à employer le bois desséché en beaucoup plus forte proportion que le bois vert, il faudra préférer le bois vert, afin d'éviter les frais d'établissement des appareils de dessiccation.

7° Quant à la comparaison à faire entre le bois vert et le bois torréfié, on voit que le bois vert a deux avantages, celui de l'économie de main-d'œuvre et de frais d'établissement, et celui d'un plus grand effet utile du bois; mais le bois torréfié a, dans l'état actuel des expériences faites, un avantage plus grand, celui de pouvoir être employé seul, sans mélange de charbon, ce qui augmente considérablement l'économie d'argent et double à peu près l'économie définitive de combustible.

Dans cet état de choses, l'emploi du bois torréfié est plus avantageux que l'emploi du bois vert, jusqu'à ce que de nouveaux essais, ou une pratique plus prolongée, aient appris à employer avantageusement le bois vert en proportion beaucoup plus considérable que celle de moitié du volume total du combustible, qui ne correspond qu'au remplacement d'un tiers de la quantité primitive de charbon.

Il est donc à désirer que l'emploi du bois torréfié se propage rapidement, mais il faut désirer aussi que l'emploi du bois vert soit continué dans les usines où il a lieu maintenant, et essayé dans d'autres, car peut-être l'avenir est à lui; il est permis d'ailleurs d'espérer qu'il en sera ainsi, c'est-à-dire que la supériorité actuelle du bois torréfié ne fera pas négliger le bois vert, car il y a en France un très-grand nombre de hauts-fourneaux qui ne sont pas exploités par leurs propriétaires, et beaucoup de locataires devront préférer l'emploi du bois vert à celui du bois torréfié, afin de n'avoir pas à établir les appareils de torréfaction.

Quant à ce qui concerne les feux d'affinerie : le bois vert n'y est encore qu'à l'état d'essai tout à fait nouveau, et dans un seul feu; le bois torréfié y est employé avec succès et économie, mais seulement dans deux feux d'une même usine; le bois desséché y est employé d'une manière usuelle et avantageuse dans plusieurs forges : de sorte que dans cet état de choses il est impossible d'établir avec exactitude aucune comparaison entre ces trois combustibles relativement à leur emploi dans les feux d'affinerie.

CHAPITRE II.

APERÇU DE L'INFLUENCE QUE L'EMPLOI DU BOIS PEUT EXERCER SUR L'INDUSTRIE DU FER.

Je terminerai ce mémoire en disant quelques mots de l'influence que l'emploi du bois en nature peut exercer sur l'industrie du fer.

Conséquences relatives à la position des usines.

Tant que les hauts-fourneaux n'ont consommé que du charbon, on a dû rechercher pour leur établissement le voisinage des minières plutôt encore que le voisinage des forêts, car le minerai pèse plus que le charbon qu'ils consomment. En effet, le poids de minerai lavé, nécessaire pour obtenir 1.000 kil. de fonte, varie généralement de 2.500 à 4.000 kil., tandis que le poids du charbon varie seulement entre 1.100 et 1.600 kil.

Il n'en sera plus de même pour les hauts-fourneaux qui ne consommeront que du bois, car le poids de bois consommé par 1.000 kil. de fonte variera de 3.500 à 5.000 kil., à raison de 10 à 15 stères, pesant 350 kil. l'un.

D'ailleurs un grand nombre de hauts-fourneaux se trouvent à la fois loin des minières et des forêts, obligé qu'on a été de s'en éloigner, pour trouver dans un cours d'eau la force motrice nécessaire pour la soufflerie.

Une innovation récente, et dont le succès a été complet, l'emploi de la chaleur du gueulard pour chauffer une machine à vapeur soufflante, permet d'augmenter beaucoup, pour les usines à créer, l'économie d'argent résultant de l'emploi du bois en nature : en effet, la force motrice des cours d'eau devient inutile, et, autant que le permettent les minières, on peut placer les hauts-fourneaux

au milieu même des coupes dont ils doivent consommer les produits.

Il n'existe encore aucun haut-fourneau dont la chaleur perdue soit à la fois employée à chauffer le vent, produire la vapeur d'une soufflerie, et torréfier le bois; mais d'après les calculs théoriques qu'on peut faire à ce sujet, et surtout d'après l'exemple des fourneaux où la chaleur du gueulard, quoique souvent assez mal employée, sert à la fois à chauffer le vent et à dessécher ou torréfier le bois, il me paraît hors de doute que cette chaleur suffirait en outre à chauffer une machine à vapeur, à laquelle il ne faudrait généralement que 7 à 8 chevaux de force, et qui alors serait plus forte que la plupart des souffleries des hauts-fourneaux au charbon de bois.

Il est bon d'observer d'ailleurs que l'établissement de cette machine à vapeur soufflante n'est pas plus coûteux que l'établissement d'une roue hydraulique et de sa soufflerie, et que l'entretien seul occasionnera un peu plus de dépense.

Combinée avec l'emploi du bois en nature, cette innovation présentera de grands avantages aux usines qui s'établiront dans une position convenable, et sous l'influence de ces nouveaux procédés il y aura même quelques anciennes usines qui auront intérêt à se déplacer pour aller chercher une position meilleure.

Conséquences relatives à la quantité de fer qu'on peut fabriquer en France.

En Angleterre, où la fonte et le fer se fabriquent à la houille, la production du fer peut s'élever indéfiniment avec les besoins, et n'a d'autre limite que l'épuisement très-éloigné des houillères et des minerais. Mais dans les pays, comme la

France, qui fabriquent le fer au charbon de bois, la fabrication est limitée par la production annuelle des forêts.

La production totale de fonte a été en France, en 1836, de 300.000 tonnes (de 1.000 kil. l'une), dont 260.000 au charbon de bois et 40.000 (soit seulement de $\frac{1}{7}$ à $\frac{1}{8}$ du total) au coke et à la houille.

La fabrication de la fonte au combustible minéral augmentera, et sa proportion, par rapport à la fabrication totale, augmentera même probablement; néanmoins comme, d'après la constitution géologique de notre sol, nos minerais les meilleurs et les plus abondants sont dans des contrées dépourvues de houille et assez bien boisées, tandis que nos plus riches bassins houillers manquent de minerai, la plus grande partie de la fonte française devra toujours être fabriquée au bois.

Quant à l'affinage de la fonte, il commence à se faire à la houille, et son avenir est de s'y faire presque partout, afin de réserver le bois pour la production de la fonte, parce que la qualité du fer est beaucoup moins altérée par l'affinage de la fonte à la houille qu'elle ne le serait par la production de la fonte avec ce combustible.

D'après cela, la plus grande partie de la fonte française devra toujours être fabriquée au bois; et par suite, au delà d'un certain terme, sa fabrication, limitée par la production annuelle des forêts, ne pourra plus croître que par l'économie de combustible, apportée dans cette fabrication elle-même.

Le remplacement du charbon par le bois en nature offre dès à présent, à l'aide du procédé de torréfaction, le moyen d'économiser de 35 à 36 p. o/o de la consommation de combustible, telle qu'elle est par l'emploi exclusif du charbon; ainsi, l'emploi général du bois torréfié laisserait

disponible 35 à 36 p. o/o de la quantité de bois qui sert actuellement à la production de la fonte, et en employant cet excédant à la fabrication de la fonte, on pourrait augmenter la production actuelle de 50 à 60 p. o/o, ou d'environ 140.000 tonnes(1).

Pour cela il faudrait, d'une part, que tous les hauts-fourneaux fussent, eu égard aux coupes de bois qui les alimentent, en mesure d'employer le bois en nature; d'autre part, que tout cet excédant de fonte ne fût affiné qu'à la houille. Il est évident qu'il ne peut en être actuellement ainsi; mais néanmoins on peut compter sur la possibilité de la réalisation d'une partie notable de cette augmentation. En admettant, par exemple, $\frac{1}{3}$ seulement, ce serait un accroissement d'environ 40.000 tonnes dans notre production annuelle de fer; et ce serait de quoi fournir à la construction annuelle de 80 lieues de chemin de fer à deux voies, ce qui dépasse probablement de beaucoup ce que nous ferons jamais.

Conséquences relatives au prix de la fonte et du fer.

L'économie d'argent qui peut résulter de l'emploi du bois en nature sera toujours moindre que l'économie de combustible, à cause des frais de transport et de main-d'œuvre. Cette économie

(1) Autrement, les 260.000 tonnes fabriquées maintenant consomment, à raison de 19 stères par tonne, terme moyen, 5.000.000 stères de bois de charbonnage; en remplaçant entièrement le charbon par le bois torréfié, on ne consommerait plus que 12 stères $\frac{1}{4}$ par tonne; ainsi les 260.000 tonnes exigeraient 3.200.000 stères de bois : il resterait donc disponible 1.800.000 stères, avec lesquels, à raison de 12 $\frac{1}{4}$ par tonne, on pourrait fabriquer 140.000 tonnes.

d'argent fût-elle nulle, l'emploi du bois en nature serait encore une innovation importante pour l'intérêt général et pour l'intérêt particulier des maîtres de forges : pour l'intérêt général, parce qu'elle fournirait le moyen de remplacer dans la production du fer une partie du combustible par de la main-d'œuvre et des frais de transport, et d'augmenter par suite cette production; pour l'intérêt particulier des maîtres de forges, en ce qu'elle rapproche les coupes, dont ils doivent surveiller l'exploitation, et surtout en ce qu'elle concentre toutes leurs opérations à l'usine, tandis que maintenant la carbonisation, l'opération la plus importante de leur industrie, se fait loin de leur surveillance, et est livrée presque sans contrôle à de simples ouvriers.

Mais cette économie d'argent est loin d'être nulle. En ne parlant ici que du bois torréfié, et en considérant seulement les hauts-fourneaux situés dans des conditions moyennes, relativement à la distance des coupes, l'économie d'argent, résultant de l'emploi exclusif du bois torréfié, varie, par 1.000 k. de fonte, de 2 fr. à 22 fr. suivant que le prix du stère de bois sur pied varie de 2 fr. à 5 fr., soit de 3 à 20 p. o/o de la dépense de combustible, telle qu'elle est au charbon seul, et de 2.000 à 22.000 par an pour un haut-fourneau, dont la production annuelle est, terme moyen, de 1 million de kilog. Cette économie d'argent sera plus considérable pour un grand nombre de hauts-fourneaux qui sont plus rapprochés de leurs coupes, pour ceux qui pourront recevoir leur bois par flottage, et surtout pour ceux qui seront établis au milieu même des forêts, comme l'emploi des souffleries à vapeur permet de le faire en rendant inutile la force motrice des cours d'eau.

Cette diminution des frais de production tendra à abaisser le prix de vente de la fonte et du fer.

Le prix de revient de la fonte de forge fabriquée au charbon de bois varie actuellement en France de 100 fr. à 200 fr. les 1.000k., suivant le prix des minerais, et surtout suivant le prix des bois ; et il est, terme moyen, d'environ 150 fr. pour le prix de 3 fr. 50 par stère de bois sur pied, prix qui est commun à la plus grande partie de nos districts de forges (1).

Les hauts-fourneaux qui produisent actuellement la fonte à ce prix de 150 fr. trouveront, dans le remplacement complet du charbon par le bois torréfié, une économie moyenne de 12 fr. par tonne, soit 8 p. o/o du prix actuel de revient.

Pour ceux qui payent le bois plus cher et qui produisent la fonte à raison de 180 à 200 fr. la tonne, l'économie sera plus considérable, et s'élèvera jusqu'à 12 p. o/o de la dépense actuelle.

Cette économie d'argent est assez considérable, on voit pourtant qu'elle n'est pas de nature à produire de suite une diminution notable dans le prix de vente des fontes et des fers ; et jusqu'à ce que l'adoption de ces procédés soit devenue générale, la plus grande partie du bénéfice qui en résultera se partagera sans doute entre les maîtres de forges et les propriétaires de bois.

---

(1) *Bois.* 19 stères à 3 fr. 50 d'achat sur pied, et 1 fr., terme moyen, pour abattage, façon, carbonisation et transport du charbon.	85f.,5
Minerai. Le prix du minerai est très-variable. Il varie de 5 à 20 fr. la tonne, et il en faut généralement de 2 ½ à 4 tonnes par tonne de fonte. La dépense moyenne en minerai est généralement de	35,00
Frais généraux de toute sorte, y compris la main-d'œuvre. Ils varient généralement de 25 à 40 fr., soit.	30,00
Total du prix de revient.	150f.,50

RAPPORT

Adressé à M. le directeur général des ponts et chaussées et des mines, par la commission chargée d'examiner les instruments nouveaux proposés par M. Fournet, directeur des mines de houille de la Grand-Croix (Loire), pour le tirage des rochers à la poudre.

Commissaires : MM. Héricart de Thury, Migneron et Combes, rapporteur.

Les modifications proposées par M. Fournet à la méthode ordinaire du tirage des rochers à la poudre, consistent :

1° En ce qu'il termine, par une pointe en cuivre jaune, l'épinglette en fer que l'on place dans le trou de mine, pendant l'opération du bourrage, pour ménager l'ouverture par laquelle on doit mettre le feu à la charge.

2° En ce qu'il place l'épinglette dans l'axe du trou, au milieu des matières formant la bourre, au lieu de l'appliquer contre l'une des parois du trou.

3° Le bourroir consiste en une tige en fer terminée par un bourrelet annulaire en cuivre, lequel bourrelet est percé à son centre d'un trou dans lequel passe l'épinglette. Une bride peu distante de ce bourrelet, et appliquée à la tige, main-

tient l'épinglette appliquée contre cette tige, et par conséquent dans l'axe du trou. M. Fournet indique aussi, comme pouvant servir de bourroir, un tube creux en fer, terminé par un bourrelet annulaire en cuivre, dans le centre duquel serait contenue l'épinglette.

4° L'épinglette, ne pouvant pas être terminée par un anneau, porte à son bout supérieur un trou rectangulaire dans lequel on introduit, après le bourrage, l'extrémité aplatie de la curette, pour tourner l'épinglette et la retirer du trou.

Le lundi 12 février nous nous sommes rendus dans une des carrières à plâtre de Montmartre, pour assister à l'essai des instruments proposés par M. Fournet. Quatre trous, de 22 pouces de profondeur et 2 pouces de diamètre, avaient été forés d'avance dans la roche de gypse. Deux étaient forés horizontalement, un verticalement, un incliné à 45 degrés. Après avoir placé au fond de chaque trou $\frac{1}{4}$ de kilogramme de poudre enveloppé dans du papier, un ouvrier les a bourrés successivement, en employant diverses matières, savoir pour les deux premiers des fragments de gypse (gravois) de la grosseur d'une petite noisette, pour le troisième du gypse en poussière, pour le dernier de la terre passablement sèche. Dans tous les cas, on a placé d'abord l'épinglette dans l'axe du trou, sa pointe enfoncée un peu dans la poudre, à travers l'enveloppe de papier. On a placé immédiatement au-dessus de la cartouche un peu de gypse en poussière fine, que l'on a tassé avec précaution pour fixer l'épinglette, puis on a achevé le bourrage avec les matières que nous avons indiquées, en procédant comme à l'ordinaire et sans aucune précaution particulière. Le bourrage fini,

l'épinglette a été retirée avec facilité dans tous les trous, et le petit canal, laissé vide dans l'axe du trou, s'est maintenu parfaitement ouvert. Ses parois paraissaient aussi solides qu'elles le sont quand on se sert du bourroir ordinaire. On a mis le feu à ces quatre coups au moyen d'une mèche ordinaire, consistant en un petit tuyau de paille rempli de poudre fine, amorcé avec un peu d'amadou; les quatre coups ont éclaté, ce qui a prouvé que le canal laissé vide par le retrait de l'épinglette, ne s'était point éboulé ou encombré.

L'opération du bourrage a été aussi facile et aussi prompte que si elle eût été pratiquée avec un bourroir ordinaire.

Les avantages signalés par M. Fournet, comme particuliers à la méthode qu'il propose, sont relatifs à la sûreté des ouvriers mineurs. Il arrive fréquemment en effet qu'une étincelle jaillit des parois du trou et met le feu à la poudre, par suite du choc, ou du frottement de l'épinglette ou de l'extrémité du bourroir contre ses parois, soit pendant l'opération du bourrage, soit surtout au moment où l'ouvrier tourne l'épinglette dans le trou pour l'extraire. L'étincelle est alors produite par le frottement inévitable de l'épinglette en fer contre les parois du trou. Un autre avantage de moindre importance, signalé par l'auteur, consisterait en ce que le canal, destiné à porter le feu à la charge, étant ménagé au milieu des matières sèches formant la bourre, ce canal est ainsi préservé des petites filtrations d'eaux qui arrivent souvent par les fissures de la roche, et *noient* le coup ou éteignent la mèche.

Observations.

L'idée de terminer l'épinglette par une pointe en cuivre, et d'employer un bourroir terminé également par une partie massive en cuivre, n'est pas nouvelle. Cette pratique est recommandée depuis longtemps. On a même indiqué avec raison d'employer des épinglettes entièrement en cuivre, parce que l'on savait que l'épinglette, appliquée tout du long contre la paroi du trou, pouvait faire jaillir une étincelle qui mit le feu à la poudre, en un point quelconque de cette paroi. Néanmoins l'usage des épinglettes en cuivre s'est peu répandu. Les ouvriers mineurs répugnent à s'en servir, parce qu'ils sont routiniers, indolents, insouciants du danger, et qu'ils disent que les épinglettes en cuivre sont plus molles que celles en fer, se cassent plus facilement et coûtent plus cher. Ce dernier motif n'a aucune valeur, parce que ce sont généralement les exploitants qui fournissent et entretiennent les outils. Mais il y a quelque chose de fondé dans les deux premières objections, savoir, la mollesse et la fragilité des épinglettes en cuivre.

Ce qui appartient à M. Fournet dans la méthode qu'il propose, c'est l'idée d'isoler l'épinglette de la paroi du trou, en la plaçant au milieu des matières servant au bourrage, matières que l'on choisit toujours exemptes de quartz ou autres roches ayant la propriété de fournir des étincelles par le choc de l'acier ou du fer aciéré. Cette idée a paru heureuse aux membres de la commission. En effet, il devient inutile, dans le système de M. Fournet, d'avoir des épinglettes

entièrement en cuivre, puisque le corps de l'épinglette ne peut jamais venir en contact avec les parois du trou. Il suffit donc que la pointe soit en cuivre sur une longueur de 2 ½ à 3 pouces au plus. Si d'ailleurs le bourrelet, qui forme la base du bourroir, est complétement en cuivre, on voit que toutes les parties de l'appareil susceptibles de choquer les parois du trou, ou de frotter contre elles, n'auront pas la propriété de faire jaillir l'étincelle. Il ne paraît donc pas qu'aucun accident provenant de cette cause puisse à l'avenir menacer la vie du mineur qui se servirait des outils proposés par M. Fournet.

En conséquence, les membres de la commission ont l'honneur de vous proposer :

1° De remercier M. Fournet de sa communication, et de lui témoigner votre satisfaction pour l'innovation heureuse qu'il propose d'introduire dans la méthode du tirage des rochers à la poudre.

2° De lui faire connaître l'opinion de la commission sur les avantages propres à sa méthode, en ayant soin de lui dire que les commissaires pensent que le bourrelet annulaire, terminant le bourroir, doit être entièrement en cuivre, et que la tige de ce bourroir doit être d'un calibre beaucoup plus petit que le bourrelet, afin que cette tige, qui sera en fer, ne puisse jamais frotter contre les parois du trou.

3° De faire imprimer dans les *Annales des mines* le présent rapport, et d'en faire tirer à part un certain nombre d'exemplaires pour être envoyés aux exploitants de mines de France.

4° D'engager MM. les ingénieurs des mines,

et notamment ceux du département de la Loire, à recommander l'emploi des instruments modifiés par M. Fournet aux exploitants de leur arrondissement, et à faire parvenir à l'administration les renseignements que l'expérience leur fournira sur ces instruments.

La commission, nommée pour l'examen des procédés proposés par M. Fournet, a cru qu'il serait utile d'ajouter, comme appendice au rapport ci-dessus, les renseignements suivants, qui se rapportent au nombre d'accidents survenus dans les mines de houille de la Loire, par le fait d'inflammation de la poudre pendant l'opération du bourrage, et aux moyens employés dans les mines métalliques du comté de Cornwall pour prévenir les accidents de ce genre.

Il résulte, des documents transmis à l'administration, qu'il y a eu, en 1833, 47 ouvriers tués ou blessés dans les mines de houille de Saint-Étienne et de Rive-de-Gier. Sur ces 47 ouvriers, 4 ont été atteints par l'explosion inattendue de coups de mine, dont un est mort, un a été estropié et les deux autres blessés.

En 1834, sur 68 ouvriers tués ou blessés, 6 ont été blessés par la même cause, dont un estropié.

En 1835, sur 61 ouvriers tués ou blessés, il n'y en a pas qui ait été atteint par l'explosion de coups de mine.

En 1836, sur 82 ouvriers tués ou blessés, 4 sont estropiés par l'explosion de leurs coups de mine pendant l'opération du bourrage, et 2 autres

sont blessés par l'explosion survenue lorsqu'ils se rapprochèrent du trou, après 7 ou 8 minutes d'attente, pensant que la mèche s'était éteinte.

La proportion d'ouvriers mineurs blessés par des explosions de poudre paraîtra assez considérable, si l'on réfléchit que le nombre des ouvriers mineurs qui emploient la poudre est une très-petite fraction du nombre total des ouvriers houilleurs du département de la Loire. D'ailleurs, beaucoup d'accidents ne sont pas connus des ingénieurs. On ne les instruit ordinairement que des cas de mort ou blessures très-graves.

Le procédé de M. Fournet évite complétement, ou à peu près complétement, la possibilité de l'explosion pendant l'opération du bourrage. Il demeure toujours indispensable de recommander à l'ouvrier d'avoir la prudence d'attendre fort longtemps avant de se rapprocher de son trou de mine, lorsque l'explosion n'a pas lieu au moment où il l'attendait.

L'un de nous, qui a habité pendant plusieurs années le département de la Loire et vu beaucoup d'ouvriers mineurs, se rappelle que la plupart d'entre eux ont sur la figure et les mains les traces des explosions imprévues de leurs coups de mine.

Quant aux moyens employés en Angleterre, dans les mines du comté de Cornwall, nous citerons la déposition de M. John Taylor devant le comité d'enquête de la chambre des communes, nommé en 1835 pour recueillir les faits et documents relatifs aux accidents survenus dans les mines de la Grande-Bretagne. Après avoir décrit la méthode du tirage à la poudre à l'aide d'instruments ordinaires, M. Taylor s'exprime ainsi : « Le premier

perfectionnement consiste à substituer à cette barre de fer (*le bourroir*), une barre en cuivre, ou tout au moins une barre terminée par du cuivre à son extrémité; on se servait encore de l'épinglette en fer: depuis quelques années, nous avons remplacé l'épinglette en fer par l'épinglette en cuivre, ce qui n'a pu se faire sans beaucoup de difficulté. C'était chose vraiment des plus étranges, que de voir les propriétaires et les agents se donner toutes les peines du monde pour préserver les ouvriers du danger, tandis que ceux-ci poussaient l'insouciance au point qu'ils refusèrent fort longtemps de prendre des épinglettes en cuivre, bien qu'on les leur donnât au même prix que celles en fer. Je crois que nous n'eûmes le dessus à la fin qu'en décidant que tout ouvrier qui serait blessé par l'explosion de son coup de mine serait privé des secours accordés sur les fonds de la caisse consacrée à cet usage; ce fut là notre dernière ressource, après que nous eûmes essayé toutes les autres, et elle fut efficace. L'épinglette en cuivre est donc aujourd'hui généralement employée. Il me reste à mentionner le dernier perfectionnement que je crois des meilleurs : il a été imaginé par un individu habitant du Cornwall, qui a fait, ce qu'il appelle, des mèches de sûreté (safety fuzes) pour mettre le feu à la poudre. Cette personne a imaginé de fabriquer une corde mince, contenant dans son axe une traînée très-déliée de poudre fine. La corde est d'ailleurs enduite de poix ou de goudron. La sûreté que procurent ces sortes de mèches consiste en ce qu'elles emploient un certain temps à brûler, ce qui laisse à l'ouvrier la facilité de s'éloigner avant que l'explosion ait lieu. Il lui suffit pour cela de couper

une mèche plus ou moins longue, suivant le temps nécessaire pour se mettre à l'abri. Ces mèches coûtent si bon marché, que leur introduction dans les mines a eu lieu sans difficulté; on les donne aux ouvriers à si bas prix, qu'il ne vaut plus la peine, pour eux, de faire des mèches ordinaires, et je suis d'avis que cette invention est une des plus heureuses que l'on ait jamais faites dans l'intérêt de la vie des mineurs. »

Sur la demande du président de la commission d'enquête, M. Taylor ajoute que l'usage des mèches de sûreté est général dans beaucoup des principales mines du Cornwall, et qu'il a envoyé des échantillons de ces mèches dans les autres districts de mines, dans lesquels s'étendent ses relations.

L'un de nous a été témoin de l'emploi des mèches de sûreté dont parle ici M. Taylor, à l'époque d'un voyage fait dans cette partie de l'Angleterre, en 1833. Le sac goudronné dans lequel la poudre est renfermée et la mèche de sûreté sont décrits dans le mémoire sur les mines de Cornwall (*Ann. des mines*, tom. V, pag. 348). Le prix de ces sortes de mèches était alors assez élevé, car il était de 2 pences par yard de longueur. Il paraîtrait qu'il a beaucoup diminué depuis. Le *London Journal and repertory*, pour décembre 1835, contient la description du procédé de fabrication de ces mèches de sûreté. Un extrait de cet article, accompagné d'une figure, a été imprimé dans les *Ann. des mines*, tom. X, année 1836, pag. 348. Le prix n'est indiqué ni dans le journal anglais ni dans la déposition de M. Taylor.

Il est bien entendu que, dans le cas où la roche n'est point humide, on enveloppe la poudre dans du papier et non dans de la toile goudronnée, dont

on ne fait usage que dans les roches aquifères. L'usage des mèches de sûreté dispense de se servir d'épinglette. L'école des mines possède un échantillon de la mèche de sûreté fabriquée en Cornwall, et rapporté de ce pays par M. Combes.

EXPLICATION DES FIGURES 7 A 10 DE LA PLANCHE III.

Nouveaux instruments pour le tirage des rochers à la poudre, proposés par M. Fournet.

Fig. 7. Bourroir portant un trou à son centre. Une rondelle en cuivre soudée circulairement à sa partie inférieure est destinée à bourrer les matières dans le trou.

Fig. 8. Épinglette en fer sans boucle, portant un œil à l'une de ses extrémités, et ayant un bout en cuivre jaune soudé à son extrémité pointue.

Fig. 9. Autre bourroir différent du premier. C'est un cylindre creux, terminé à l'une de ses extrémités par une rondelle en cuivre. L'épinglette est reçue dans l'intérieur du bourroir pendant le chargement du trou de mine.

Fig. 10. Curette ordinaire aplatie à l'une de ses extrémités; elle sert tout à la fois à sortir la poussière du trou et à retirer l'épinglette.

La dépense en plus sur l'ancien procédé pour l'ensemble de tous les outils ne s'élève qu'à un franc.

Soudure d'un bout en laiton à l'extrémité de l'épinglette.	0f.,50
Soudure d'une rondelle en cuivre au bourroir.	0 ,50
	1f.,00

CHIMIE (Extraits).

(Travaux de 1837.)

1. *Moyen de percer le* VERRE ; par M. Albrecht. (Kasner Arch., t. 8, p. 381.)

On verse, à la place où l'on veut percer un trou, une goutte d'huile de térébenthine, au milieu de laquelle on met un petit morceau de camphre, et l'on peut alors faire le trou sans difficulté, à l'aide d'un foret bien trempé ou d'une lime triangulaire. L'huile de térébenthine solide produit le même effet que le mélange d'huile liquide et de camphre.

2. *Recherches sur le* PAPIER A FILTRER ; par M. Werdemiller de Elgg. (J. d'Erdmann, t. 12, p. 65.)

Le papier à filtrer que j'emploie dans mon laboratoire laisse, par sa combustion, 0,006535 de cendres, composées de :

Sable.	0,0225
Silice.	0,2868
Alumine.	0,1222
Peroxide de fer. . . .	0,0781
Chaux.	0,3421
Magnésie.	0,1511
	1,0028

Après qu'on l'a mis longtemps en digestion dans l'acide muriatique étendu, il ne laisse plus que 0,00171 de cendres, formées de silice pure. Traité au contraire par la potasse caustique et

bien lavé, il laisse encore 0,00477 de cendres. Enfin, si on le traite alternativement par un acide et par un alcali caustique, il ne donne plus que 0,0005 de cendres, composées, pour la plus grande partie, de petits grains de quartz.

Lorsque j'ai à peser un précipité recueilli sur un filtre, voici de quelle manière je procède :

Je dessèche un filtre avec le plus grand soin, je le pèse, et je le conserve enveloppé dans une feuille de papier pour que la poussière ne tombe pas dessus. Alors quand je veux prendre le poids d'un filtre ordinaire, je ne me donne pas la peine de le dessécher, ce qui est toujours long et minutieux, mais je le pèse tel qu'il est, puis je pèse mon filtre étalon ; je calcule la quantité d'eau hygrométrique que celui-ci a absorbé, et, d'après cette donnée, je détermine quel serait le poids du filtre que je dois employer s'il était parfaitement sec.

---

3. *Nouvelle simplification à l'*EUDIOMÈTRE *de Volta*; par M. Gay-Lussac. (Ann. de Ch., t. 66, p. 443.)

L'eudiomètre de Volta, tel que cet illustre physicien l'avait fait connaître, était défectueux en ce que, après la détonation, il s'y faisait un vide à la faveur duquel l'air contenu dans l'eau s'en dégageait et augmentait les résidus. J'avais remédié à ce grave inconvénient au moyen d'un petit appareil à soupape, adapté à la base du tube eudiométrique, qui fermait exactement l'eudiomètre au moment de la détonation, et qui, immédiatement après, permettait à l'eau d'y entrer, et empêchait ainsi le vide d'avoir lieu. Ce petit appareil à soupape, quoique très-simple, gêne un peu les

transvasements de gaz, et pour les rendre plus faciles, j'en ai débarrassé entièrement l'eudiomètre en le fixant à la planchette même de la cuve à eau. Voici en quoi il consiste :

b (*Pl. IV*, *fig.* 1) est un bouchon en liége, conique dans sa moitié inférieure, par laquelle il se fixe solidement dans la planchette avec du mastic. Ce bouchon est percé dans sa longueur, et pour qu'il ne s'affaisse pas sous la compression qu'il doit éprouver, on introduit dans toute la longueur du trou un tube *a a*, en verre ou en métal. Le trou est fermé en haut par un petit disque de fer-blanc *d*, portant une queue en fil de cuivre, laquelle est destinée à ramener le disque sur le trou après chaque explosion. Cette soupape, très-mobile, se tient par son poids appliquée sur le trou qu'elle ferme exactement pendant l'explosion, et se soulève incontinent après pour laisser entrer l'eau qui doit remplir le vide produit dans l'eudiomètre.

L'instrument est représenté en place dans la *fig.* 2, qui n'a pas besoin de description. Si la tablette *t* (*fig.* 3) était en métal, et conséquemment peu épaisse, on lui ferait souder inférieurement un anneau conique *n n*, taraudé intérieurement pour recevoir et fixer le bouchon de liége à soupape. Avant de déterminer l'explosion dans l'eudiomètre, on le pose sur le bouchon, taillé exprès pour le fermer exactement, et on le presse avec force d'une main sur sa base qui doit être bien plane. J'ai essayé de fermer l'eudiomètre avec le bouchon à soupape, sans le fixer à la tablette de la cuve; mais il a été constamment projeté par la force d'explosion. Il faudrait, pour le retenir, que le bas de l'eudiomètre fût taraudé. Au reste,

la disposition que je viens de décrire me paraîtrait encore préférable.

---

4. *Description de deux appareils pour trouver et déterminer les* GAZ *contenus dans les vapeurs des fumarolles, et l'*ACIDE CARBONIQUE *dans les eaux minérales*; par M. Abich. (Ann. de Ch., t. 66, p. 438.)

L'expérience m'a fait connaître les difficultés qui s'opposent à l'analyse des fluides élastiques dégagés par les fumarolles des solfatares, comme dans l'intérieur des cratères des volcans pendant le cours de leurs phénomènes d'éruptions périodiques. « Recueillir avec fidélité et dans toutes les localités des quantités quelconques du gaz à examiner, sans le moindre accès de l'air atmosphérique, » c'est la première condition de cette sorte de recherches. Je fus cependant convaincu, par des expériences multipliées, qu'à l'aide des appareils (proposés jusqu'ici), il est impossible d'atteindre parfaitement ce but, et je fus amené enfin à la composition d'un appareil qui remplissait à ma satisfaction cette condition nécessaire. La simplicité de sa composition et la facilité à recevoir (à l'aide de cet appareil) des résultats qualitatifs sûrs et prompts sans être gêné par le dégagement des vapeurs chaudes et parfois irrespirables, sont des qualités qui justifieront peut-être une description plus détaillée. Voilà la composition de l'appareil : une bouteille de verre fort, et aussi exactement cylindrique que possible, est perforée immédiatement au-dessus du fond. L'ouverture se ferme hermétiquement par un bouchon de liége, qui donne passage, dans l'intérieur de la bouteille, à

un tube de verre *a* recourbé deux fois à angle droit, selon la *fig.* 4. Le genou supérieur du tube se trouve de niveau avec la partie inférieure du bouchon qui ferme hermétiquement le goulot de la bouteille, traversée par le tube *b* ouvert qui descend jusqu'au fond, et dont le genou extérieur est muni d'un tube en caoutchouc pour y appliquer à volonté un tube d'allongement *c*. Au moyen de cet appareil, on parvient à recueillir avec sûreté les gaz mêmes de telles localités qui, comme cela arrive souvent, ne permettent qu'une approche momentanée. On assujettit l'appareil sur un petit support convenable, dans le voisinage le plus près possible du lieu où se dégagent les vapeurs à examiner, puis l'on enfonce profondément dans l'intérieur de la fumarolle le tube d'allongement *c*. Après avoir exposé ce tube quelque temps au passage des vapeurs, on l'unit hermétiquement au tube *b* à l'aide du tube en caoutchouc; puis on n'a qu'à tourner et abaisser le tube *a* dans le bouchon, pour faire écouler l'eau ou le mercure et entrer le gaz dans la bouteille, dont l'accès peut être arrêté à volonté par le redressement du tube dans sa position primitive. En prenant soin de ne pas trop diminuer le fluide qui retient le gaz, l'appareil reste fermé après la séparation du tube *c*, même pendant un mouvement très-fort, en vertu du tube *b*. On voit aisément qu'avec un flacon gradué et un petit appareil pneumatique à mercure, sous forme d'une capsule de bois dur, ajustée convenablement au flacon, on arrive facilement à faire même l'analyse quantitative d'un mélange de gaz. Pour déterminer la quantité de l'acide carbonique, par exemple, dans un mélange de gaz,

pourvu qu'il n'y soit pas mêlé avec des gaz susceptibles d'être absorbés aussi par l'hydrate potassique, on n'a qu'à employer ce dernier, recueillir le gaz sur du mercure, et après avoir placé le flacon dans la capsule remplie de mercure, couper le tube *a* tout près du tube, pour apercevoir l'absorption de l'acide carbonique, dont le volume est annoncé immédiatement par l'échelle de la bouteille même.

Quand on se sert des liqueurs réactives pour recueillir les gaz, l'appareil devient plus propre encore à déterminer avec sûreté la présence des différents gaz dans un mélange. Il est facile d'augmenter la quantité du précipité en faisant traverser de nouveaux volumes du gaz dans la même solution, et je crois qu'au moyen de ce procédé on pourrait même apprécier approximativement de très-petites quantités de gaz dans un volume donné du mélange.

A l'aide de cet appareil simple, je me suis convaincu bien des fois de la présence des acides carbonique, hydrochlorique, sulfurique et hydrocyanique dans les vapeurs de localités où l'emploi d'une des manières ordinaires de recueillir le gaz n'aurait jamais pu donner de résultats exacts. C'est pourquoi je crois pouvoir recommander l'instrument surtout au géologue voyageur, qui se trouve rarement en état de porter avec lui des appareils plus compliqués. Deux ou trois bouteilles ajustées de la manière décrite, quelques tubes de réserve de différentes épaisseurs, recourbés antérieurement et effilés en pointe fine pour les pouvoir élargir facilement ou fermer au chalumeau, selon le besoin; une bouteille remplie d'eau distillée ou d'eau de pluie et quelques dissolu-

tions concentrées des réactifs nécessaires, suffisent presque dans tous les cas, et peuvent être transportés sans difficultés sur les lieux qui promettent un champ riche pour ces sortes de recherches.

J'ajoute ici la description d'un second appareil (*fig.* 5), dont je me suis servi avec succès pour déterminer l'acide carbonique libre dans les eaux minérales. L'appareil, sinon parfait de tous points, permet de précipiter d'une manière prompte et simple, et sans la moindre perte, l'acide carbonique immédiatement dans la source même : ce qui pourra peut-être rendre son usage très-utile dans des courses rapides. Un cylindre suffisamment large et soigneusement gradué est fermé hermétiquement par un bouchon fort de liége; le bouchon est percé de deux trous dans lesquels on adapte les tubes de verre ouverts *a* et *b*. Le tube *a*, coupé tout près du bouchon, descend jusqu'au fond de la bouteille. Le second tube *b*, à peu près de la même longueur, doit être susceptible de souffrir le mouvement de bas en haut dans le bouchon, sans que celui-ci perde sa fermeture hermétique. L'emploi de l'appareil au moyen d'une dissolution d'un réactif capable de précipiter l'acide carbonique, est simple. On sait, par des expériences préalables, combien il faut employer d'une dissolution de chlorure barytique mêlée d'ammoniaque, pour précipiter tout l'acide carbonique dans un volume d'eau égal à la capacité du cylindre. Une quantité un peu plus que suffisante pour ce but est versée dans le cylindre et mesurée exactement au moyen de l'échelle du dernier; puis on retire le tube *b* jusqu'à ce que son ouverture inférieure se trouve encore peu éloignée du bouchon, et on plonge l'appareil aussi

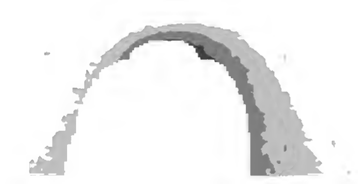
profondément dans la source, que le bout du tube reste encore visible à la surface de l'eau. Lorsque le liquide est arrivé dans le cylindre jusqu'à l'extrémité inférieure du tube *b*, tout l'acide carbonique libre, comme celui des carbonates et bicarbonates alcalins et terreux dissous dans l'eau, se trouve complétement précipité sans que la moindre partie puisse s'échapper et se trouver ainsi perdue.

On retire l'appareil, et on le porte chez soi, ou, ce qui vaut mieux, on donne le temps au précipité de se déposer, et après l'avoir séparé par la filtration du liquide sur les lieux mêmes, on le conserve pour le soumettre à des recherches ultérieures dans un petit flacon garni d'un bouchon usé à l'émeri. Il va sans dire que l'objet d'une autre analyse à part doit être de déterminer dans l'eau la quantité des carbonates et bicarbonates alcalins et terreux, pour pouvoir corriger l'acide carbonique obtenu par le précipité.

---

5. *De l'ébullition du mélange de* DEUX LIQUIDES *et de leurs soubresauts*, par Magnus. (Journ. de Pog., 1836, n° 7.)

Peu d'objets en physique ont été aussi complétement expliqués que l'ébullition et les pressions des vapeurs. Cependant il y a quelques particularités qui n'ont pas été considérées d'assez près; de ce nombre sont les circonstances qui se manifestent pendant l'échauffement de deux liquides contenus dans le même vase. M. Gay-Lussac a, le premier, donné une explication de ce qui se passe pendant cet échauffement et l'ébullition du mélange de deux liquides qui n'exercent point d'ac-



tion l'un sur l'autre. Il prétend que la température du point d'ébullition d'un pareil mélange est variable, que la plus basse température à laquelle le mélange peut bouillir est celle qui a lieu lorsque la somme des tensions des vapeurs des deux liquides est égale à la pression de l'atmosphère, et que cette température peut monter jusqu'au point d'ébullition du liquide le plus volatil.

Dans la détermination du point d'ébullition du mélange de diverses huiles volatiles et d'eau, ainsi que de celui du carbure de soufre et d'eau, j'ai trouvé le point d'ébullition des mélanges toujours un peu plus élevé que le point d'ébullition du liquide le plus volatil. Cette température du point d'ébullition était indépendante de la quantité du liquide le plus volatil, et restait constante tant qu'il y en avait suffisamment pour pouvoir couler par gouttes.

La température de la vapeur qui se dégageait du mélange était toujours inférieure à celle du liquide en ébullition, et cette température restait constante tant qu'il y avait une quantité suffisante du liquide le plus volatil pour couler goutte à goutte. Ainsi, par exemple, la température à laquelle de l'huile de térébenthine nouvellement rectifiée et mêlée avec de l'eau entre en ébullition, est 102° C. sous la pression de 749^{mm},6, tandis que celle de la vapeur n'est qu'à 94°,5 C. Un mélange de carbure de soufre et d'eau entre en ébullition à 47°. C. sous la pression de 752^{mm},2; la vapeur n'étant qu'à 43°,5 C. Tant que l'on apercevait encore du carbure de soufre, ces températures étaient constantes, et il se distillait de l'eau et du carbure de soufre; mais

dès que l'on ne voyait plus de carbure de soufre, la température du liquide et de la vapeur s'élevait, l'ébullition cessait, et rien ne se distillait.

Lorsqu'un mélange de deux liquides bout, il faut que sa température soit assez élevée pour que les vapeurs du liquide le plus volatil puissent se dégager librement, et avoir une force expansive égale à la pression qui est exercée sur elles. Il faut donc que les bulles du liquide le plus volatil, partout où elles se portent, rencontrent une température au moins égale à son point d'ébullition, car sans cela il peut y avoir seulement formation de vapeurs à la surface, mais pas dégagement de bulles. Si ce liquide occupe la couche inférieure, il se trouve non-seulement sous la pression atmosphérique, mais encore sous la pression du liquide supérieur; il prendra donc une température supérieure à son point d'ébullition sous la pression ordinaire de l'atmosphère. Pour les mélanges sur lesquels j'ai opéré et dans lesquels le liquide le plus volatil occupait la couche inférieure, la température de l'ébullition du mélange était à peu près celle que devait prendre le liquide le plus volatil pour bouillir à cette augmentation de pression. Pendant que la vapeur passe par le liquide le moins volatil, l'espace qu'elle occupe se comporte comme un espace vide, dans cet espace entrent des vapeurs du liquide le moins volatil, alors les vapeurs du liquide le plus volatil s'étendront et prendront une tension d'autant plus faible, que la tension qu'exercent les vapeurs du liquide le moins volatil sera plus faible. Pour la formation de la vapeur du liquide le moins volatil, et pour l'extension des vapeurs du liquide le plus volatil, il faut une certaine chaleur, donc

les vapeurs du mélange prendront une température inférieure au point d'ébullition du liquide le plus volatil, c'est-à-dire, la température à laquelle la somme des tensions des vapeurs des deux liquides est égale à la pression atmosphérique. Gay-Lussac prétend que la couche supérieure du mélange peut avoir une température tout aussi basse; mais si l'on considère l'égalisation de température qui doit avoir lieu au bout de peu de temps, soit par l'ascension des couches échauffées, soit par les parties du liquide inférieur, qui sont détachées par les bulles de vapeurs et entraînées jusqu'à la surface du mélange, on comprend que la surface de celui-ci ne peut pas être à une température plus basse que le point d'ébullition du liquide le plus volatil. Dans mes expériences, la température de la couche supérieure du mélange était un peu plus élevée que le point d'ébullition du liquide le plus volatil, même lorsqu'il y avait une couche de trois pouces d'eau au-dessus d'une très-petite quantité de carbure de soufre.

Quand on se sert d'un appareil à distiller, les vapeurs des deux liquides passent à une température constante dans le réfrigérant, et se recueillent; mais dès qu'il n'y a plus assez du liquide le plus volatil pour pouvoir couler par gouttes, la tension des vapeurs diminue, et ne peut plus, jointe à celle du liquide le moins volatil, vaincre la pression de l'air. Les vapeurs ne parviennent donc plus dans le réfrigérant, et rien ne se distille, quand même il reste encore des vapeurs du liquide le plus volatil.

Pour connaître la température de la vapeur du mélange de deux liquides qui n'exercent pas d'ac-

tion l'un sur l'autre, il serait à souhaiter que, connaissant le point d'ébullition des deux liquides, on pût trouver une expression de la température à laquelle la somme des élasticités des vapeurs des deux liquides serait égale à la pression atmosphérique. Pour cela, il faudrait connaître la loi suivant laquelle l'élasticité de la vapeur des différents liquides change avec la température; or, on connaît à peine cette loi pour l'eau. En attendant, on peut supposer que pour des températures très-voisines de l'ébullition, l'élasticité des vapeurs des différents liquides est égale, pour des distances égales de température au point d'ébullition. La température, à laquelle bout le carbure de soufre sous la pression moyenne du baromètre de 760$^{mm.}$, est de 46°,6 C.; la température de la vapeur qui se dégage du mélange bouillant de carbure de soufre et d'eau, est de 43°,5 C. Si l'on suppose maintenant que l'élasticité des vapeurs du carbure de soufre, à cette température, est égale à l'élasticité des vapeurs à une température inférieure de 3°,1 au-dessous de son point d'ébullition, c'est-à-dire à 96°,9 C., on trouvera, d'après les tables de Biot, que l'élasticité des vapeurs de carbure de soufre à 43°5 C., est égale à 680$^{mm.}$,0; l'élasticité des vapeurs d'eau à la même température est 63$^{mm.}$,5. Donc la somme des élasticités des vapeurs des deux liquides à cette température est 743$^{mm.}$,5. Le baromètre, pendant l'observation, indiquait 752$^{mm.}$,2, donc on voit qu'à la température de 43°,5 C., la somme des élasticités des vapeurs d'eau et de carbure de soufre était tellement près d'être égale à la pression exercée sur elles, que la différence peut être attribuée à des er-

reurs d'observation. On ne peut pas appliquer ceci avec autant de succès à l'huile de térébenthine et à l'eau, parce que, pour une si grande différence de température de la vapeur du mélange à 94°,5 C. au point d'ébullition de l'huile de térébenthine qui est à 156°,8, l'élasticité des vapeurs de cette huile n'est plus égale à l'élasticité des vapeurs d'eau, pour la même différence de température au point de l'ébullition de l'eau.

On pourrait peut-être, inversement, se servir de la température des vapeurs d'un mélange de deux liquides pour déterminer l'élasticité des vapeurs d'un des liquides, celle de l'autre étant connue. Il est à regretter que le nombre des substances volatiles qui ne se mêlent pas soit si petit, que l'on ne puisse, par cette méthode, déterminer l'élasticité des vapeurs que d'un très-petit nombre de liquides, et cela tout au plus pour une seule température au-dessous de l'ébullition.

Si le liquide le plus volatil occupe la couche supérieure, il recevra sa chaleur du liquide qui est au-dessous, comme s'il était seul dans le vase. C'est du reste frappant qu'il y ait si peu de liquides qui n'exercent pas d'action les uns sur les autres, et dont le plus volatil occupe la couche supérieure. Dans mes expériences je n'ai pu employer que du mercure avec de l'eau et des huiles, et de l'eau avec de l'huile de caoutchouc, mais cette dernière changeait constamment de point d'ébullition, comme quand elle est seule. Le peu d'huiles volatiles plus pesantes que l'eau ont une pesanteur spécifique si peu différente de celle de l'eau, que les unes sont soulevées en masse par l'ébullition, et que les autres, comme l'huile

d'œillet, deviennent à une certaine température même plus légères que l'eau.

Les vapeurs de deux liquides qui, à l'état de liquidité complète, ne se mélangent pas, se comportent tout différemment de celles de liquides qui, à cet état, se mélangent. Il est reconnu que de semblables mélanges changent constamment de point d'ébullition, suivant que la proportion des liquides change; la température de leurs vapeurs est toujours la même que celle du liquide, et varie avec lui. Or, comme la température du mélange bouillant est toujours plus élevée que le point d'ébullition du liquide le plus volatil, la température des vapeurs sera donc, à plus forte raison, plus élevée que celle à laquelle la somme des maxima d'élasticité des vapeurs des deux liquides est égale à la pression atmosphérique. Il s'ensuit que les vapeurs d'un des liquides, et probablement des deux, ne se trouvent pas à leur maximum d'élasticité.

Si l'on introduit un liquide tel que l'éther dans l'espace vide d'un tube barométrique, et si, après avoir observé le maximum d'élasticité des vapeurs à la température ordinaire, on y ajoute un autre liquide susceptible de se mélanger avec l'éther, tel que l'alcool, dont les vapeurs ont une force élastique moindre, l'élasticité des vapeurs des deux liquides sera plus faible que celle de l'éther seul, et elle diminuera à mesure qu'on rajoutera de l'alcool; de sorte qu'à une forte proportion d'alcool, pour la même quantité d'éther, l'élasticité sera presque la même que celle de l'alcool à la température ordinaire de l'observation. La même chose arrive si au lieu de l'alcool on prend de l'huile de térébenthine, et à la place de

l'éther du carbure de soufre, ou de l'huile de caoutchouc, ou encore si l'on introduit d'abord de l'eau puis de l'alcool. Dans ces expériences, qui ont été faites à 17°,5 C., il y avait toujours dans le tube une quantité suffisante de liquide pour qu'il en restât à l'état liquide. Si ceci n'avait pas lieu, on aurait des résultats tout différents; car M. Gay-Lussac a montré qu'à une température plus élevée que 100° C., et à laquelle les deux liquides ne se trouvent pas au maximum d'élasticité, l'espace qu'occupe la vapeur des deux liquides mélangés, est le même que celui qu'occuperait séparément la vapeur de chaque liquide. Mais si l'on introduit dans un tube barométrique deux liquides qui ne se mélangent pas, la tension de leurs vapeurs à chaque température est égale à la somme des tensions des vapeurs des deux liquides.

Cette différence, que présentent dans la manière dont ils se comportent les liquides qui se mélangent et ceux qui ne se mélangent pas, ne peut pas reposer sur l'idée que ceux qui se mélangent ne forment plus qu'un seul liquide dont la vapeur possède une élasticité propre. Car on ne comprendrait pas pourquoi les vapeurs de ce nouveau liquide n'auraient pas la même composition que le liquide même; or, les produits de la distillation montrent le contraire. Je crois que ce qui se passe dans les liquides qui se mélangent, tient à une attraction réciproque des particules des deux liquides qui ont cette propriété, en vertu de laquelle un des liquides à l'état de liquidité attire les particules de l'autre, même lorsque celui-ci est à l'état de gaz. Par cela même la tension des vapeurs du liquide est diminuée, et l'est d'au-

tant plus qu'il reste une plus grande quantité de l'autre liquide à l'état de liquidité; l'attraction étant d'autant plus grande que la quantité du liquide attirant est plus considérable. L'ébullition de deux liquides qui se mélangent ne dépendra donc pas uniquement de l'élasticité des vapeurs de chacun des deux liquides, comme cela a lieu lorsque les liquides ne se mélangent pas, mais aussi de l'attraction mutuelle des deux liquides, qui change d'après leur proportion. Pour une certaine proportion de liquides, l'ébullition commencera à la température à laquelle la somme des tensions que prennent les vapeurs de chaque liquide par l'attraction pour l'autre, est égale à la pression atmosphérique. Si, à cette température, la proportion des vapeurs développées n'est pas la même que celle qui règne entre les liquides qui restent, la proportion des liquides restants sera altérée. Ceci change l'attraction qu'exerce chacun des liquides sur les vapeurs de l'autre, la proportion des vapeurs de chaque liquide, et la température à laquelle la somme de leurs tensions est égale à la pression atmosphérique. Donc la température du point d'ébullition changera continuellement, et ne sera constante que dans le cas où les quantités de gaz qui s'échappent par l'ébullition, conservent le même rapport que les liquides qui restent.

Ceci a lieu, par exemple, lorsque l'on concentre de l'alcool par la distillation. Quand on arrive à une certaine proportion d'alcool et d'eau, les quantités de vapeurs des deux liquides sont dans le même rapport que les quantités de liquides qui restent; alors ce qui passe à la distillation a la même composition que ce qui reste,

et il n'y a plus de concentration de l'alcool. Si l'on ajoute au mélange une substance avide d'eau, qui l'absorbe, telle que la potasse ou le chlorure de calcium, on diminue par cela même la tension des vapeurs d'eau, et la température restant la même, les vapeurs du mélange ne contiennent presque que des vapeurs d'alcool qui passent seules à la distillation.

Dans des expériences sur l'ébullition de deux liquides qui ne se mélangent pas, il se présente souvent de forts soubresauts lorsque le liquide le moins volatil occupe la couche supérieure. Ces soubresauts sont si violents lorsqu'on fait bouillir des huiles volatiles et de l'eau, qu'il faut interrompre l'opération pour éviter la rupture du vase. Si l'on introduit la boule d'un thermomètre dans le liquide inférieur, mais aussi près que possible de sa surface, à la limite commune des deux liquides, on verra le thermomètre monter immédiatement avant le soubresaut. Les liquides sont alors parfaitement tranquilles, ils ne bouillent pas, rien ne se distille; et le liquide supérieur forme une couche continue au-dessus du liquide inférieur. Dans cet état le thermomètre prend souvent une température de 3°, de 5° et même de 10° C. plus élevée que le point d'ébullition du mélange. Tout à coup il y a un soubresaut, la couche supérieure est rompue, une grande quantité de vapeur se dégage, et le thermomètre baisse jusqu'au point d'ébullition du mélange, température à laquelle il reste tant que les vapeurs du liquide inférieur peuvent s'échapper librement par le liquide supérieur.

Il paraît, ainsi, que la cohérence des particules du liquide supérieur peut être assez grande pour

empêcher la formation des vapeurs du liquide inférieur, même lorsque la température de ce dernier est supérieure de plusieurs degrés à celle qu'il a ordinairement à l'ébullition, et sous la même pression. Le liquide inférieur prend cette température plus élevée, parce que les vapeurs qu'il développe ne peuvent pas s'échapper ; mais plus tard les tensions de ces vapeurs deviennent si grandes, qu'elles rompent avec violence la cohérence des particules du liquide supérieur, et produisent ainsi les soubresauts.

Lorsqu'on met dans le mélange des fils de platine ou même des fils de fer, les soubresauts n'ont plus lieu, même lorsque le liquide supérieur est de l'huile de térébenthine épaisse et visqueuse, que l'on peut à peine porter sans fil à l'ébullition. Cet effet des fils de platine est d'autant plus curieux, qu'ils empêchent totalement les soubresauts de se manifester, même lorsqu'ils sont en entier dans le liquide inférieur sans percer dans le liquide supérieur. Il faut cependant se garder d'introduire de ces fils dans un mélange assez échauffé pour être près de l'ébullition, parce qu'alors ils occasionnent un violent bouillonnement, qui projette vivement le liquide hors du vase.

---

6. *Sur quelques phénomènes de* COLORATION ; par M. Suckow (An. de Pog., t. 39, p. 325).

Un faisceau de quatre mèches de coton de volume égal, humectées, l'une d'une dissolution alcoolique de chlorure de calcium, la seconde d'une dissolution de chlorure de strontiane, la troisième d'une dissolution de chlorure de cuivre, et la quatrième d'une dissolution de chlorure de cobalt, brûle

avec une flamme qui a la même couleur que celle de l'alcool ordinaire.

Une perle de phosphate de soude, faiblement colorée par de l'oxide de manganèse, devient incolore et transparente par l'addition d'une très-petite quantité d'oxide de cuivre.

Une perle du même fondant, colorée en jaune paille par de l'oxide d'urane, devient incolore et transparente par l'addition d'une très-petite quantité d'oxide de manganèse.

Une perle de borax, colorée en bleu pâle par de l'oxide de cobalt, devient incolore et transparente quand on y ajoute une très-petite quantité d'acide tartrique.

Un cristal de tourmaline, dont un côté était d'un rouge violet et l'autre incolore, s'est trouvé contenir du protoxide de manganèse dans toutes ses parties, tandis que la partie incolore seule contenait en outre beaucoup de protoxide de fer.

---

7. *Difficultés sur l'*ISOMORPHISME *et sur la constitution des oxisels*, par M. Th. Clarke. (Repert. de Ch., t. 2, p. 105).

La doctrine de l'isomorphisme de M. Mitscherlich consiste en ce que dans les composés, dont quelques-uns des principes diffèrent, mais dont le nombre des atomes élémentaires est le même, la forme est souvent la même. Ce savant a prouvé que le soufre, le sélénium, le chrôme et le manganèse peuvent se remplacer l'un l'autre dans les composés sans que la forme de ces derniers soit altérée, et que l'argent, dans certaines combinaisons, peut être remplacé par le sodium. Le sulfate de potasse est isomorphe avec les séléniate,

chrômate et manganate de la même base. Le sulfate de soude anhydre est isomorphe avec le séléniate de la même base et avec les sulfate et séléniate d'argent. Le sulfate de soude hydreux est isomorphe avec les séléniate et chromate de la même base également hydreux ; le sulfate d'argent ammoniacal est isomorphe avec les séléniate et chromate d'argent analogues ; enfin l'alun de chrome et d'ammoniaque est isomorphe avec l'alun de manganèse et d'ammoniaque.

Mais voici la difficulté qui se présente. Le sulfate de soude $\dot{Na}\,\dddot{S}$, et par suite les sels isomorphes $\dot{Ag}\,\dddot{S}$, $\dot{Na}\,\dddot{Se}$, $\dot{Ag}\,\dddot{Se}$, ont une forme semblable, non à celle du manganate de baryte $\dot{Ba}\,\dddot{Mn}$, mais à celle de l'hypermanganate $\dot{Ba}\,\dddot{Mn}\,\ddddot{Mn}$, dont la constitution est toute différente, lorsqu'on prend pour poids d'atome du sodium et de l'argent, les nombres qui ont été adoptés par M. Berzélius. Cette difficulté disparaît en doublant ces nombres; car alors, en comparant entre eux, par exemple, l'oximanganate de baryte et le sulfate de soude, on a, pour formules développées de ces sels, $Ba + 8\,O + 2\,Mn$ et $So + 8\,O + 2S$ (en désignant 2 Na par So).

Mais cette hypothèse, qu'on ne peut cependant se refuser d'admettre, fait naître une seconde difficulté, si l'on se conforme à l'opinion généralement admise sur la constitution des oxisels, qui consiste à les considérer comme ayant un oxide pour base. En effet l'oximanganate de baryte est alors $\dot{Ba}\,\dddot{Mn}\,\ddddot{Mn}$, tandis que le sulfate de soude

est $\ddot{S}o\,\dddot{S}'$; c'est-à-dire que dans le premier sel, la base contient 1 at. d'oxygène et l'acide 7 at. d'oxygène pour 2 at. de radical, tandis que dans le second, la base renferme 2 at. d'oxygène et l'acide 3 at. pour 1 at. de radical. Ces deux sels se trouvent donc avoir une constitution toute différente, et dès lors le principe des substitutions n'a plus aucune valeur.

Pour faire disparaître cette seconde difficulté, il ne paraît pas qu'il y ait d'autres moyens que de prendre pour base des sels les métaux eux-mêmes, et non pas leurs oxides, et de grouper d'autre part, ensemble, tous les atomes des deux corps électro-négatifs. Dans cette manière de voir, l'hypermanganate de baryte et le sulfate de soude sont représentés par les formules $B\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{M}'$ et $So\,\ddddot{S}'$, qui sont tout à fait identiques.

Cette manière d'arranger la constitution des sels s'accorde d'ailleurs avec un grand nombre d'autres faits; mais je n'en citerai ici que quelques-uns. Il est bien difficile de croire que des corps qui ont entre eux la plus grande ressemblance par la couleur, la saveur, leur action sur l'air et la manière dont ils se comportent avec les réactifs, diffèrent cependant dans leur constitution. Ainsi on regarde comme très-probable que la base du nitre est la même que celle du chlorure et que celle du sulfocyanure de potassium; que la base du vitriol vert est la même que celle du protochlorure et du sulfocyanure de fer. Cela paraît réellement presque évident, quand on considère qu'en ajoutant de l'acide tartrique aux solutions de nitre ou de

sulfocyanure de potassium, il se forme de la crème de tartre dans les deux cas; qu'en ajoutant de la potasse, du prussiate jaune, du prussiate rouge de potasse, ou du sulfure de potassium dans des solutions de protosulfate, de protochlorure ou de protosulfocyanure de fer, il se fait dans chacun de ces sels des précipités de même nature.

L'analogie qui existe entre les sels de potasse et les sels d'ammoniaque se conçoit mieux, ainsi que l'isomorphisme de ces sels, en admettant qu'ils ont pour base, les uns le potassium, et les autres l'ammonium $N^{2}H^{8}$ que dans l'ancienne théorie.

Dans la supposition communément admise, en représentant par Δ un métal susceptible de plusieurs degrés d'oxidation, les sulfates neutres qu'il pourrait former auraient la constitution suivante: $\dot{\Delta}\dddot{S}$, $\Delta\dot{\Delta}\dddot{S}$, $\ddot{\Delta}\dddot{S}^{2}$, $\dot{\Delta}\ddot{\Delta}\dddot{S}^{3}$. Or, en admettant que le premier et le deuxième contiennent 1 at. d'acide pour 1 at. de base, l'analogie porterait à croire qu'il devrait en être de même pour le troisième et le quatrième, ce qui n'est pas. Dans mon hypothèse la composition des quatre sulfates est représentée par $\Delta\ddddot{S}$, $\Delta^{2}\ddddot{S}$, $\Delta\ddddot{S}^{2}$, $\Delta^{2}\ddddot{S}^{3}$. L'acide sulfurique est un hydracide ($H^{2}\ddddot{S}$), et lorsqu'il agit sur un oxide, ce n'est pas une simple combinaison qui s'effectue, mais une double décomposition qui produit un sel neutre et de l'eau, précisément comme cela a lieu lorsque l'acide chlorhydrique agit sur les mêmes oxides.

En adoptant l'hypothèse que je propose, et qui d'ailleurs n'est pas nouvelle, l'huile de vitriol

est $H^2 \ddot{\ddot{S}}$, l'acide manganique $H^2 \ddot{\ddot{Mn}}$, l'acide hypermanganique $H \dddot{\dddot{Mn}}$, l'acide chlorhydrique $H\,Cl$, l'acide sulfhydrique $H^2 S$, l'acide ferricocyanhydrique $H^3 (Fe\,Cy^6)$, et l'acide ferrosocyanhydrique $H^4 (Fe\,Cy^6)$.

---

8. *Sur la condensation du* CHLORE; par M. Mohr. (Ann. der Pharm., t. 22, p. 162.)

On fait fondre du bisulfate de potasse, on le pulvérise et on le mélange intimement avec du chlorure de sodium et du peroxide de manganèse. On remplit avec le mélange les trois quarts de la branche la plus longue d'un tube de verre recourbé et très-fort : on tasse par-dessus le mélange l'épaisseur d'environ deux pouces de chlorure de calcium, puis on ferme le tube à la lampe à son autre extrémité. On introduit ce tube dans un canon de fusil avec du sable, puis on chauffe dans un fourneau à analyses organiques. Bientôt il se condense dans la petite branche du tube, une quantité considérable de chlore parfaitement sec, caractérisé par sa couleur jaune orangé, sans aucune nuance de vert.

---

9. *Sur le* FLUOR; par MM. Knox. (Phil. mag., t. 12, p. 105.)

En faisant réagir du chlore gazeux sur du fluoride de mercure dans des vases de spath fluor, on obtient un gaz incolore, qui parait être le fluor. Ce gaz a une odeur forte, mais qui n'est ni piquante ni irritante, et qui se distingue très-bien par-là, soit du chlore, soit de l'acide hydrofluo-

rique. Il ne fume pas dans l'air, il n'éteint pas le phosphore en ignition, non plus que le fer chauffé au rouge, il rougit le tournesol et jaunit le campêche. Il paraît n'attaquer que très-peu le verre bien sec. Le fluor attaque le palladium et le platine, et même l'or; mais il n'attaque aucunement le rhodium; en sorte qu'il est vraisemblable que l'on pourrait l'obtenir isolé en électrisant le fluorure de plomb dans un tube de spath fluor, et en se servant de rhodium pour pôle positif.

---

10. *Réduction du* SULFURE D'ARSENIC *à l'aide du charbon argenté*; par M. Runge. (Ann. de Pog., t. 42, p. 163.)

On fait bouillir des éclats de charbon avec une dissolution d'acétate d'argent, et on évapore presque jusqu'à siccité. Ensuite on fait sécher les éclats sans les laver, et on les chauffe au rouge dans un tube de verre. En cet état ils sont bons à être employés, et on s'en sert comme on se sert des éclats de charbon sans argent pour la réduction de l'acide arsenieux.

L'argent seul réduit aussi le sulfure d'arsenic, il est vrai, mais le métal se sublime alors en petits globules, et non sous la forme du miroir d'arsenic si caractéristique, comme c'est le cas ici.

---

11. *Observations de MM. Mohr et Liebig, sur le procédé imaginé par M. Marsh pour séparer de petites quantités d'*ARSENIC *des substances avec lesquelles il est mélangé* (1). (Ann. der Pharm., t. 23, p. 207.)

La méthode de M. Marsh est excellente, et

(1) Voyez *Annales des mines*, tom. XI, pag. 180.

propre à faire découvrir la présence des plus petites traces d'arsenic. Lorsqu'à l'aide de l'acide sulfurique et du zinc le gaz hydrogène qui se dégage est pur, il brûle avec une flamme matte et ne tache pas du tout un tesson de porcelaine que l'on place au-dessus; mais, pour peu qu'il renferme d'arsenic, il produit une flamme d'un bleu clair, et le tesson de porcelaine se recouvre d'une couche miroitante noire d'arsenic. Un millième d'arsenic dans une liqueur rend la flamme, due à la combustion du gaz hydrogène, entièrement bleue; mais lorsque la proportion est réduite à un dix-millième, la pointe seule de la flamme est colorée; elle prend une teinte jaune verdâtre, et elle est opaque. La flamme ne cesse de tacher la porcelaine que quand la liqueur d'où provient le gaz renferme moins d'un cinq cent millième d'arsenic.

L'acide arsenique et les arseniates sont réduits de la même manière que l'acide arsenieux par le le zinc et l'acide sulfurique. Dans cette réduction une partie de l'arsenic se précipite et s'attache au zinc, probablement en s'y combinant, et lorsqu'ensuite on traite ce zinc par l'acide sulfurique, il donne lieu à un dégagement de gaz hydrogène arsenié. On voit, d'après cela, qu'il est indispensable d'employer toujours du zinc pur, et qui n'ait pas encore servi dans les recherches que l'on veut faire de l'arsenic.

Cette méthode est applicable aussi à la découverte de l'arsenic dans les substances solides. On doit commencer dans ce cas par les dissoudre, en évitant qu'il y ait dégagement d'hydrogène. Pour l'antimoine et le sulfure d'antimoine, par exemple, on commence par les oxider au moyen

de l'acide nitrique, puis on chauffe avec un excès d'acide muriatique pour décomposer l'acide nitrique, et on met ensuite du zinc dans la dissolution.

Toutefois, en suivant cette méthode, on pourrait s'exposer à des méprises funestes, lorsque la liqueur renferme des métaux étrangers, si l'on ne prenait pas les précautions les plus minutieuses. En effet le gaz, en se dégageant, entraîne toujours des gouttelettes extrêmement petites de la dissolution, et le métal contenu dans les gouttelettes étant réduit par la flamme, s'attache en couche mince sur le tesson de porcelaine, tout comme le ferait l'arsenic. Il est extrêmement difficile de condenser ces gouttelettes, et l'on n'y parvient pas complétement en faisant passer le gaz à travers un tube long de 12 pouces et rempli de fragments de potasse. On réussit mieux en remplaçant la potasse par du coton cardé peu tassé. Mais, dans tous les cas, il est nécessaire d'éprouver, au moyen de quelques réactifs, la couche métallique qui recouvre le tesson de porcelaine. L'arsenic se dissout immédiatement dans l'acide nitrique et dans l'hydrosulfate de potasse, etc.

Au lieu de brûler le gaz hydrogène arsenié, on peut le décomposer en le faisant passer lentement à travers un tube de verre difficilement fusible, d'une ligne de diamètre, et que l'on porte au rouge à l'aide d'une lampe à alcool, à deux pouces de son orifice. On voit alors tout l'arsenic se déposer, sous forme d'anneau noir métallique et brillant, au delà de la partie rouge du tube. Les métaux, entraînés mécaniquement par le gaz, se réduisent aussi dans la partie rouge; mais ils y restent fixés, et ne peuvent être transportés plus loin par la chaleur de la lampe.

On peut soumettre le sulfure d'arsenic à la même épreuve que l'acide arsenieux et l'acide arsenique. Pour cela on dissout ce sulfure dans une solution de potasse, et on ajoute à la liqueur de l'acétate de plomb, avec la précaution qu'il reste toujours de l'alcali en excès : il se forme un précipité de sulfure de plomb qui entraîne tout le soufre, et tout l'arsenic reste dans la dissolution à l'état d'acide arsenique. On ajoute un excès d'acide sulfurique étendu à cette dissolution, et en y plongeant un morceau de zinc, l'hydrogène arsenié se dégage.

Voici encore une autre méthode d'éprouver le sulfure d'arsenic qui est tout à fait sûre. On dissout le sulfure dans une dissolution de potasse : on y ajoute du nitrate d'argent goutte à goutte jusqu'à ce que tout le soufre en soit précipité, puis on y verse un léger excès d'acide hydrochlorique, on la filtre et on en précipite l'acide arsenique qu'elle contient par le moyen de l'eau de chaux; on dessèche le précipité avec soin, on le mêle avec de la poudre de charbon, et on le réduit ensuite par le procédé connu.

On peut remplacer le nitrate d'argent par le nitrate de cuivre, mais alors il est nécessaire de séparer le sulfure de cuivre par le filtre avant de saturer avec de l'acide hydrochlorique.

---

12. *Observations sur la méthode de* Marsh *et* Simon, *pour découvrir l'*ARSENIC; par M. Berzélius. (An. de Pog., t. 42, p. 159.)

Marsh a négligé une propriété du gaz arseniqué, qui peut être utilisée avec une grande certitude; savoir, celle de déposer son arsenic par la chaleur.

L'appareil est alors tout simple : il suffit de conduire le gaz à mesure qu'il se dégage à travers un tube de verre maintenu au rouge au-dessus d'une lampe à esprit-de-vin. Si l'on veut, pour plus de sûreté, placer dans l'endroit du tube qui est chauffé au rouge, une petite quantité pesée de cuivre réduit par l'hydrogène, on obtient de l'arseniure de cuivre d'un blanc d'argent, et on peut ainsi apprécier avec beaucoup d'exactitude le poids de l'arsenic qui était combiné avec l'hydrogène.

Simon a proposé, pour réduire le sulfure d'arsenic, d'employer de la chaux caustique au lieu de tartrate de chaux calciné ; mais, par ce moyen, on ne sépare pas tout l'arsenic, et de plus une partie de la chaux est projetée au loin par le gaz.

Je me sers de préférence d'un charbon léger, imprégné d'une solution de carbonate de soude par immersion, puis séché et chauffé doucement à la chaleur rouge dans un creuset couvert. Dans un tube d'une demi-ligne de diamètre, et fermé à l'une de ses extrémités, je place d'abord le sulfure métallique, puis sur celui-ci quelques éclats de charbon alcalin, longs d'un demi à un pouce, et j'étire alors la partie vide du tube en pointe très-fine. Je commence par chauffer le charbon au-dessus d'une lampe à esprit-de-vin à double courant d'air, puis je mets le sulfure métallique dans la flamme. Celui-ci s'introduit d'abord dans le charbon sans se réduire ; mais à la chaleur rouge décidée qui ramollit le tube, il se décompose et l'arsenic se sublime dans la partie effilée. Il est évident que le même moyen peut être employé pour l'acide arsenieux.

---

13. *Mémoire sur le* SULFURE D'AZOTE *et sur le* CHLORURE DE SOUFRE AMMONIACAL; par M. Soubeiran. (Journ. de Pharm., t. 24, p. 49.)

La réaction du chloride hyposulfureux et de l'ammoniaque donne naissance à quatre combinaisons différentes, savoir : le *chlorure de soufre biammoniacal* (chlorosulfure biammoniacal, chlorohyposulfite biammoniacal), formé de l'union d'un atome de chlorure de soufre et de deux atomes d'ammoniaque ; le *chlorure de soufre ammoniacal* (chlorosulfure ammoniacal, chlorohyposulfite d'ammoniaque qui résulte de l'union d'un atome de chlorure de soufre avec un atome d'ammoniaque ; *le chlorosulfure sulfazotique*, formé d'un atome de chlorure de soufre et d'un atome de sulfure d'azote ; le *sulfure d'azote*, qui est formé d'un atome d'azote et de trois atomes de soufre.

La préparation du chlorure de soufre (SCl) bien saturé de chlore, présente de grandes difficultés ; je me suis bien trouvé de la méthode suivante. Quand tout le soufre a été liquéfié par le chlore, je fais arriver pendant plusieurs jours un courant de chlore sec qui sort dans le liquide par un tube effilé à son extrémité. Je place ensuite le chlorure dans une cornue tubulée, qui plonge dans une bassine pleine d'eau, et qui communique avec une allonge et un ballon refroidi. J'entretiens l'eau du bain-marie à 60°, et je fais en même temps passer dans le liquide un courant de chlore, de manière à volatiliser le chlorure de soufre à une température plus basse que son point d'ébullition, et dans une atmosphère de gaz chlore. Chlorure de soufre.

L'action du chlorure de soufre sur l'ammonia-

que gazeuse est des plus vives ; et l'on ne parvient à la régulariser qu'en prenant des précautions minutieuses, en n'employant successivement que de très-petites quantités de matière, et en faisant en sorte que la température ne s'élève pas. Lorsque le gaz ammoniac est en grand excès, c'est le chlorure biammoniacal qui se forme ; dans le cas contraire, c'est le chlorure ammoniacal.

Chlorure biammoniacal.

Le *chlorure de soufre biammoniacal* a une couleur jaune citron claire; il n'a pas d'odeur. Chauffé avec précaution dans un tube de verre, il donne d'abord du gaz ammoniac, puis un mélange de ce gaz et de gaz azote, du soufre et du sel ammoniac; en même temps il se volatilise toujours une petite quantité de sulfure d'azote, qui se condense en poudre cristalline sur le haut des vases. L'eau froide le transforme lentement en un mélange d'hydrochlorate et d'hyposulfate d'ammoniaque; et il se sépare du sulfure d'azote qui renferme le tiers de la totalité du soufre. L'alcool, pour peu qu'il contienne de l'eau, se comporte de la même manière que l'eau pure. L'éther sulfurique bien purifié se colore en jaune, et laisse, par l'évaporation à une douce chaleur, du sulfure d'azote cristallisé mêlé de soufre. L'acide sulfurique concentré décompose le chlorure de soufre ammoniacal, en mettant le chlorure de soufre en liberté.

Pour déterminer la composition du chlorure de soufre biammoniacal, j'en ai pris un certain poids que j'ai fait digérer dans de l'eau chaude ; j'ai reçu sur un filtre un peu de soufre qui ne pouvait se dissoudre; et j'ai recherché, dans des quantités différentes de liqueur, la pro-

portion de chlore et la proportion de soufre ; j'y ai trouvé :

Chlorure de soufre. .	0,5593—1 at.
Ammoniaque.	0,4407—2

Chlorure ammoniacal.

Le *chlorure de soufre ammoniacal* a déjà été observé par M. Martens; il diffère du précédent, en ce qu'il ne contient qu'un atome d'ammoniaque. C'est une poudre floconneuse d'un rouge-brun, d'une odeur particulière, qui a quelque analogie avec celle du chlorure de soufre. L'alcool et l'éther le dissolvent; l'eau le transforme peu à peu en soufre, en acides hydrochlorique et hyposulfureux, et en ammoniaque; mais la liqueur est pâle : le soufre qui se dépose est en masse, et retient des traces d'azote et d'ammoniaque.

Ce composé absorbe lentement l'ammoniaque gazeuse, et devient jaune en se transformant en bichlorure ammoniacal. Lorsqu'on le chauffe dans un tube à 100° pendant quelque temps, il devient d'un jaune pur, et il se transforme sans rien absorber ni rien perdre en un mélange de sel ammoniac et de chlorosulfure sulfazotique (AS^3+SCl), soluble dans l'eau, qui le transforme en sels acides.

Chlorure sulfazotique.

L'action du chlorure de soufre sur l'ammoniaque liquide est des plus vives : la liqueur s'échauffe, il se dégage des vapeurs rouges, et il se forme une matière molle d'un rouge-brun foncé. Si l'on prend les précautions nécessaires pour que la liqueur ne s'échauffe pas, qu'elle renferme un excès d'ammoniaque dans un état de dilution convenable, et que l'on porte lentement le chlorure de soufre au fond du liquide, à l'aide d'une pipette, la matière brune se produit sans qu'il se dégage aucun gaz. Cette matière se décompose spontanément

avec une grande facilité, en répandant des vapeurs ammoniacales. Pour l'avoir pure, il faut la malaxer promptement dans de l'eau pure fraîche, que l'on renouvelle à diverses reprises. Elle se dissout en petite quantité dans l'ammoniaque, à laquelle elle communique une belle couleur lilas; elle se décompose spontanément dans l'eau en hydrochlorate et hyposulfate d'ammoniaque, un peu alcalin. En analysant le liquide, on trouve que la matière rouge est formée de :

Chlore.	0,2641—1 at.
Soufre.	0,4800—1
Ammoniaque. .	0,2559—2

On peut interpréter cette composition suivant la formule $(ClS + Am) + (AS^3 + Am)$; mais en outre de ce que le sulfure d'azote ne paraît pas propre à remplir les fonctions d'acide, l'instabilité de la substance s'explique mieux, en supposant qu'elle est telle que les affinités puissantes ne sont pas satisfaites; et je crois, d'après cela, qu'elle doit être représentée par l'union d'un atome de chlorure sulfazotique $(ClS + AS^3)$, et de deux atomes d'ammoniaque. De là le nom de *chlorosulfure sulfazotique ammoniacal* que je lui ai donné.

La liqueur dans laquelle la matière brune s'est formée, contient de l'hydrochlorate et de l'hyposulfate ammoniacal, et du soufre en suspension. Ce soufre est jaune, mais il contient en combinaison une petite portion d'azote et d'ammoniaque, et il possède, comme le sulfure d'azote, la propriété de communiquer à l'alcool, dans laquelle on met un peu de potasse, une admirable couleur améthiste. Quand on le fait bouillir dans de l'alcool, il produit des cristaux blancs qui

renferment aussi de l'azote et de l'ammoniaque, mais qui contiennent une grande proportion de soufre.

Sulfure d'azote. Pour avoir le sulfure d'azote pur, il faut préparer du chlorosulfure ammoniacal rouge, le convertir ensuite en chlorosulfure biammoniacal, et reprendre celui-ci par l'eau : puis on lave le sulfure, successivement avec de l'eau et de l'alcool très-concentré, on le comprime dans du papier sans colle, et on achève de le dessécher dans le vide. Sulfure d'azote.

Mis en digestion dans l'eau, le sulfure d'azote se transforme en hyposulfite d'ammoniaque pur, d'où il suit qu'il est composé de :

Soufre.	0,7732—3 at.
Azote.	0,2268—1

On peut vérifier cette composition en le chauffant avec du cuivre bien décapé.

Le sulfure d'azote est jaune quand il a été préparé avec le chlorosulfure biammoniacal obtenu directement, d'un vert clair quand on s'est servi de chlorosulfure biammoniacal obtenu avec le chlorosulfure rouge et l'ammoniaque. Le sulfure vert devient jaune sans changer de nature quand on le chauffe dans un tube à la chaleur de l'eau bouillante. Le sulfure d'azote s'électrise par le frottement ; il est inodore ; à la température de 140° il se décompose tranquillement en gaz azote et en soufre ; il se dissout en petite quantité dans l'alcool ; l'éther en dissout davantage et le laisse cristalliser par l'évaporation.

Les dissolutions de sulfure de sodium ou de soude caustique dans l'alcool très-concentré donnent, avec le sulfure d'azote, des liqueurs d'une couleur hyacinthe très-foncée. Ce sulfure se dissout dans

le chlorure de soufre, auquel il donne la couleur du brôme.

Il se comporte avec l'eau comme un *amide* : c'est un hyposulfite d'ammoniaque moins de l'eau. M. Dumas a considéré l'oxamide comme formé d'oxide de carbone et d'azoture d'hydrogène ou amide; ce dernier remplissant le rôle négatif dans la combinaison. Il s'est appuyé sur cette hypothèse : « Que lorsqu'un composé binaire s'empare de l'élément de l'eau, c'est toujours le principe positif qui prend l'oxygène, et l'élément négatif qui prend l'hydrogène. » Il résulterait de ce principe que le soufre est basique dans le sulfure d'azote; mais une pareille supposition me paraît avoir peu de poids, car l'action de l'eau sur le sulfure d'azote devant produire ou de l'acide nitreux et de l'hydrogène sulfuré, ou de l'ammoniaque et de l'acide hydrosulfureux, je pense que cette dernière action devra avoir lieu, de préférence, par cette seule raison, que les affinités seront mieux satisfaites là où il se fera une base et un acide qui peuvent se neutraliser. Je suis disposé cependant à considérer le corps dont il s'agit comme un azoture de soufre; mais en me fondant sur ce qu'il se combine aussi bien comme base, tandis qu'il montre peu de disposition à jouer le rôle d'acide; il serait alors tout à fait analogue à l'ammoniaque par ses propriétés et par sa composition; seulement le soufre, plus négatif que l'hydrogène, n'imprimerait pas au composé un caractère d'alcalinité aussi tranché.

---

14. *Notice sur les caractères chimiques* DU CHLORURE DE SOUFRE; par M. Martens. (Répert. de Ch., t. 1er, p. 274.)

Les deux chlorures de soufre se combinent avec le gaz ammoniac sec; le bichlorure produit un composé floconneux, brunâtre, très-léger, volatil, neutre au tournesol, d'une saveur salée très-piquante et analogue à celle des composés ammoniacaux. L'eau transforme ce composé en chlorhydrate, hyposulfate d'ammoniaque et en acide sulfureux; il est soluble dans l'alcool et l'éther; les acides nitrique et chlorydrique concentrés ne le décomposent pas; l'acide sulfurique au contraire en sépare le bichlorure de soufre.

La combinaison de l'ammoniaque avec le protochlorure de soufre est jaunâtre, et plus stable que la précédente.

---

15. *Moyen de séparer le* BRÔME DU CHLORE; par M. Raffaele Piria. (Répert. de Chim., t. 1er, p. 135.)

On sépare très-exactement ces deux substances l'une de l'autre quand elles sont combinées avec le barium, au moyen de l'alcool absolu, qui dissout bien le bromure et ne dissout pas le chlorure.

Pour amener à cet état un mélange de bromure et de chlorure quelconque, on distille ce mélange avec de l'acide sulfurique étendu, on reçoit les vapeurs dans une dissolution de baryte, on sépare l'excès de baryte à l'aide d'un courant d'acide carbonique, etc.

---

16. *Note sur le* CHLORIDE D'IODE, par M. Soubeiran. (Journ. de Pharm., t. 23, p. 50.)

Les chimistes n'ayant pas d'idées bien arrêtées sur la composition du chloride d'iode, j'ai fait quelques expériences dans l'intention de jeter quelque jour sur ce point douteux de la science.

En tenant de l'iode en contact avec un excès de chlore gazeux et sec dans un ballon légèrement échauffé, il se forme un chlorure que j'ai trouvé être composé de :

Iode.	0,5433	— 1 at.
Chlore.	0,4567	— 3

d'où il faut conclure qu'il ne correspond pas à l'acide iodique, mais à un autre acide à 3 at. d'oxygène qui n'a pas encore été obtenu. Pour analyser ce chloride, je l'ai dissout dans l'eau, je l'ai saturé de potasse caustique, de manière à dissoudre l'iode qui se précipitait d'abord, j'ai évaporé la liqueur à sec et calciné le résidu pour changer l'iodate en iodure, et j'ai séparé l'iode du chlore par le moyen du nitrate d'argent, etc.

En délayant de l'iode dans quatre parties d'eau, et faisant passer un grand excès de chlore dans la liqueur maintenue froide, c'est encore le chlorure à 3 at. qui se produit, mais il se forme toujours en même temps une petite quantité de chlorure à 5 at.; on peut séparer ces deux chlorures l'un de l'autre par le moyen de l'éther qui ne dissout que le premier. Mais si l'on délaie l'iode dans vingt parties d'eau, que l'on fasse passer un grand excès de chlore à travers la liqueur, et qu'ensuite on chasse l'excès du chlore à l'aide d'un courant d'air, on obtient une dissolution tout à fait inco-o re, qui ne renferme que du chloride à 5 at., et qui

ne laisse pas déposer d'iode quand on la sature par le carbonate de soude.

Sérullas nous a appris qu'en versant avec précaution de l'acide sulfurique dans le chlorure liquide incolore, on en précipite une matière solide, jaunâtre, et il ne mettait pas en doute que le précipité ne fût le chloride à 5 at. correspondant à l'acide iodique. Mais j'ai reconnu que cette matière est au contraire le chloride à 3 at., et qu'il y a dégagement de chlore pendant la réaction.

Lorsqu'on projette de l'acide iodique sec dans un flacon rempli de gaz hydrochlorique, ou quand on traite l'acide iodique sec par l'acide hydrochlorique liquide concentré, il se dégage aussi du chlore, et c'est encore le chlorure à 3 at. qui se produit.

---

17. *Sur le* PROTO ET LE TRITOCHLORURE D'IODE; par N. Kane. (Phil. mag. 1837, p. 430.)

On obtient le protochlorure d'iode, en faisant passer un courant de chlore dans de l'eau, tenant en suspension un grand excès d'iode. La liqueur devient d'un brun-rouge et laisse déposer le protochlorure, lorsqu'on abaisse sa température. **Protochlorure.**

Ce composé est d'un jaune rougeâtre. Il se dissout dans l'eau chaude qu'il colore en jaune rougeâtre foncé. Il tache fortement la peau. Il se décompose par dissolutions et distillations répétées en tritochlorure et en iode. Il décompose les oxides de mercure, de plomb et de cuivre, en en dégageant l'oxygène. Avec le protochlorure d'étain, il donne du protochlorure et du protoiodure d'étain, et celui-ci cristallise en prismes de couleur orangée très-brillante. Il est composé de :

Iode.	0,781	1 at.
Chlore.	0,219	1

Tritochlorure. On obtient le tritochlorure en distillant et dissolvant le protochlorure à plusieurs reprises; il est très-difficile de l'avoir tout à fait pur. Il est composé de :

Iode.	0,543	1 at.
Chlore.	0,457	3

Il diffère du précédent en ce que, étant mêlé avec du protochlorure d'étain, il donne un précipité d'iode, sans fournir de cristaux rouge orange.

M. Soubeiran avait déjà annoncé son existence.

---

18. *Mémoire sur un nouveau* CARBURE D'HYDROGÈNE; par M. Laurent. (Acad. des Sc., novembre, 1837.)

Ce nouveau corps, que je désigne à cause de sa couleur sous le nom de *chrysène*, s'obtient par la distillation des matières organiques riches en carbone et en hydrogène.

Il est d'un beau jaune, volatil sans décomposition, insoluble dans la plupart des dissolvants : il cristallise en aiguilles par la fusion.

Il se compose de 3 at. de carbone pour 1 at. d'hydrogène, il est par conséquent isomère avec l'*hydrolène*. Il y a entre ces deux corps les plus grands rapprochements, cependant il est impossible de les confondre : ainsi l'acide sulfurique colore l'hydrolène en bleu, tandis qu'il colore le chrysène en beau vert, etc.

---

19. *Action de la fermentation sur le mélange des gaz* OXYGÈNE ET HYDROGÈNE; par M. Th. de Saussure. (Bibl. de Genève, t. 13, p. 380.)

La combinaison du gaz oxygène avec l'hydrogène peut être déterminée sans inflammation à la température ordinaire par des substances soumises à une lente fermentation.

Ces substances opèrent ordinairement cette réaction lorsqu'elles sont accumulées et imprégnées d'une quantité d'eau suffisante pour interdire leur contact complet avec le gaz oxygène. Si l'on établit ce contact en augmentant la surface des corps fermentescibles, ou en diminuant la quantité d'eau, le gaz hydrogène n'est pas absorbé, et le gaz oxygène disparaît dans d'autres combinaisons.

La porosité du corps qui fermente contribue beaucoup à la destruction du mélange détonnant.

Plusieurs observations démontrent que le gaz hydrogène, qui disparaît par la fermentation, s'unit au gaz oxygène dans le rapport des éléments de l'eau. La disparition exige que le dernier gaz ne soit employé qu'à former cette eau et tout l'acide carbonique qui se produit dans l'opération.

Les substances fermentescibles citées dans ce mémoire n'opèrent pas la combinaison des gaz oxygène et hydrogène avant d'entrer en fermentation, ni lorsque celle-ci est arrêtée par un antiseptique, tels que le sel marin ou l'acide sulfurique.

Les terreaux, et l'humus uni à différentes terres, subissent, dès qu'ils sont humectés, une lente fermentation qui leur donne la faculté d'opérer la destruction du mélange des gaz hydrogène et oxygène.

Le gaz oxide de carbone, les gaz hydrogène carburés, le gaz hydrogène obtenu de l'eau par du fer incandescent, ne sont pas détruits par la fermentation quand ils sont substitués au gaz hydrogène ordinaire dans le mélange explosif, formé de deux volumes de ce gaz et d'un volume de gaz oxygène.

Les gaz azote, hydrogène et oxygène, ajoutés au mélange explosif, n'opposent point d'obstacle remarquable à sa destruction par un corps qui fermente, non plus qu'à celle qui est opérée dans les mêmes circonstances par une lame de platine récemment décapée.

Les gaz qui, tels que l'oxide de carbone, le gaz oléfiant, se distinguent par l'opposition qu'ils mettent à la combinaison des gaz hydrogène et oxygène par le platine, offrent aussi un grand obstacle au même résultat par la fermentation.

Le protoxide d'azote est en partie décomposé par la fermentation, et il ne s'oppose pas à la combinaison des gaz hydrogène et oxygène.

Les résultats précédents, et surtout ceux qui se rapportent aux terres végétales, montrent que le gaz hydrogène ne peut pas s'accumuler dans notre atmosphère. Les opérations dans lesquelles plusieurs gaz inflammables carburés ont résisté à l'action de la fermentation avec l'intervention des gaz hydrogène et oxygène, sont trop bornées pour faire admettre que les premiers ne puissent pas être détruits, à la température atmosphérique, par ce procédé. Les corps qui fermentent doivent se comporter comme le platine, qui, sous certaines formes, exerce sur les gaz une action qu'il n'a pas dans un autre état.

L'influence de l'électricité pour opérer la com-

binaison des gaz hydrogène et oxygène, et les observations qui font regarder ce fluide comme un des principaux moteurs de la fermentation, doivent faire présumer que c'est cet agent qui, avec le concours de la porosité du corps fermentescible, produit les résultats de la fermentation que je viens de faire connaître.

---

20. *Sur les combinaisons du* PHOSPHORE *avec l'oxygène*; par M. Le Verrier. (An. de Ch., t. 65, p. 257.)

L'oxide de phosphore se produit dans un grand nombre de circonstances; mais voici comment il faut procéder pour l'avoir pur :

On prend un ballon de la capacité d'un litre environ, dont le col a un décimètre de hauteur et deux centimètres et demi de largeur. On y verse un peu de chloride phosphoreux, puis on y introduit du phosphore coupé en morceaux du poids d'un demi-gramme, et desséché sur du papier, en quantité suffisante pour former au fond du ballon une couche de deux centimètres d'épaisseur. On ajoute ensuite assez de chloride phosphoreux pour recouvrir le phosphore d'une petite quantité de liquide, et on abandonne le ballon ouvert au contact de l'air. Huit ou dix ballons ainsi préparés sont nécessaires pour obtenir aisément deux grammes d'oxide de phosphore.

Au bout de vingt-quatre heures on remarque à la surface du liquide une croûte blanche d'acide phosphatique, et au fond une matière jaune adhérente au phosphore. Cette matière est une combinaison d'oxide de phosphore et d'acide phosphorique, que je désignerai sous le nom de *pho-*

sphate d'oxide de phosphore. Il faut alors décanter le chloride phosphoreux pour le faire servir à une autre opération, et faire tomber peu à peu les morceaux de phosphore dans de l'eau froide. En filtrant la liqueur on se débarrasse du phosphore tenu en suspension, et on a une dissolution jaune de phosphate d'oxide.

En chauffant cette dissolution, le phosphate se décompose vers 80°, et il se précipite une matière floconneuse jaune très-divisée, qui est de l'*hydrate d'oxide de phosphore*. On lave cet hydrate sur un filtre avec de l'eau chaude, on l'enlève pour le mettre dans une petite capsule de porcelaine, et en le faisant sécher dans le vide, à côté de l'acide sulfurique, il se transforme en oxide anhydre parfaitement pur, sous forme de petits grains rouges, mais dont la poussière est d'un beau jaune serin.

Pour l'analyser, j'en ai dissout un poids déterminé dans de l'acide nitrique faible, j'ai ajouté un poids connu d'oxide de plomb à la dissolution, et je l'ai évaporée à sec. En retranchant le poids de l'oxide de plomb du poids de ce résidu, on a celui de l'acide phosphorique, d'où le poids du phosphore, et par différence le poids de l'oxygène. J'ai trouvé ainsi que la composition de l'oxide de phosphore se représente par la formule P^4O, et qu'ainsi il renferme moitié moins d'oxygène que l'oxide hypophosphoreux.

L'oxide de phosphore est plus dense que l'eau. Il n'est soluble ni dans ce liquide, ni dans l'alcool, ni dans l'éther; il n'a ni odeur ni saveur, et se conserve très-bien dans l'air sec sans devenir lumineux; mais dans l'air humide il répand l'o-

deur d'hydrogène phosphoré, et il s'acidifie peu à peu.

Dans le vide il se décompose un peu au-dessus de la température de l'ébullition du mercure, en phosphore et en acide phosphorique; il ne brûle dans l'air qu'à une température très-élevée. Le chlore le transforme en acide phosphorique et chlorure de phosphore; l'acide nitrique et l'acide sulfurique l'acidifient. Il détonne par le frottement avec le chlorate de potasse.

L'hydrate d'oxide de phosphore peut être lavé avec de l'eau bouillante; mais il se décompose dans l'air en perdant son eau à la température ordinaire. J'ai cependant réussi à déterminer sa composition : il renferme 0,205 d'eau, sa formule est par conséquent $P^4O + 2(H^2O)$.

L'oxide de phosphore joue, à l'égard des bases puissantes, le rôle d'un acide; mais les sels auxquels il donne naissance se décomposent avec une grande facilité. La potasse, la soude et l'ammoniaque le font devenir noir en s'y combinant, mais seulement lorsqu'il est hydraté, ou du moins lorsqu'il n'a pas été chauffé trop fortement. L'eau décompose ces sels peu à peu en les transformant en phosphates, avec dégagement d'hydrogène. Mais si l'on emploie les alcalis en dissolution alcoolique étendue, il se forme deux combinaisons, l'une noire insoluble, et l'autre d'un beau rouge avec excès d'alcali, et qui reste en dissolution.

L'oxide de phosphore, préparé par M. Pelouze, est identique avec celui que je viens de décrire, et doit avoir la même composition. Il ne se combine pas avec les alcalis, parce qu'il est obtenu à une trop haute température.

On peut encore préparer l'oxide de phosphore,

en substituant l'éther au chloride phosphoreux; mais alors il retient une certaine quantité d'éther, qui paraît y être en proportion définie et dont on ne peut pas le débarrasser.

On a vu que dans la préparation de l'oxide de phosphore il se forme une combinaison de cet oxide avec l'acide phosphorique. Pour séparer cette combinaison des acides phosphorique, phosphoreux et hydrochlorique, ainsi que du phosphore, on traite le mélange par de l'éther qui enlève la majeure partie de ces substances; puis on fait digérer le résidu dans de l'alcool anhydre, qui dissout le phosphate d'oxide phosphorique, du phosphore, et le reste des acides étrangers; puis on filtre pour séparer le phosphore qui n'a pas été dissout. Ajoutant alors à la liqueur filtrée de l'éther rectifié, le sel seul est précipité; on le lave à l'éther et on le dessèche dans le vide.

Ce composé est de couleur orangée, sans odeur, et presque sans saveur. Il attire l'humidité de l'air, mais très-lentement; il se décompose spontanément en acide phosphorique et en oxide de phosphore hydraté; dans l'eau la décomposition est instantanée à la température de 80°. La formule qui représente sa composition est $\frac{3}{4}P^2O^5+P^4O$, ou $P^{11}O^{19}$; mais il faut remarquer qu'il retient toujours une quantité très-notable de matière organique qui provient de l'alcool et de l'éther qui servent à sa préparation.

L'existence du phosphate d'oxide phosphorique vient confirmer l'opinion de M. Dulong, qui le premier a considéré l'acide phosphatique comme un composé, à proportions définies, d'acide phosphorique et d'acide phosphoreux. On ne sait pas encore bien quelles sont les circonstances qui dé-

terminent la formation de l'un de ces composés au lieu de l'autre.

---

21. *Sur l'*ACIDE PHOSPHOREUX ARSENIFÈRE *et sur le* GAZ HYDROGÈNE ANTIMONIÉ; par M. Vogel. (J. de Phar., t. 24, p. 121.)

L'acide phosphoreux provenant de la combustion lente à l'air du phosphore arsenifère, contient de l'acide arsenieux. L'hydrogène sulfuré en précipite immédiatement de l'orpiment; et, lorsqu'on le fait bouillir avec de l'eau, il s'en sépare de l'arsenic métallique.

Le gaz hydrogène antimonié, découvert par M. Thomson, renferme très-peu d'antimoine, surtout quand il est obtenu au moyen d'un alliage de zinc et d'antimoine. Lorsque le dégagement du gaz, préparé avec l'émétique, le zinc et l'acide muriatique, a lieu très-rapidement, on voit s'attacher de l'antimoine métallique à la partie supérieure du matras, et alors il n'éprouve aucun changement par le repos; mais quand le gaz se dégage lentement, si on l'abandonne à lui-même, il s'en sépare, au bout de peu de temps, des lames métalliques d'antimoine.

On peut facilement distinguer le gaz hydrogène arsenié du gaz hydrogène antimonié, en y introduisant une très-petite quantité de chlore, qui précipite du premier de l'arsenic métallique, tandis qu'il ne produit aucun dépôt dans le second.

Lorsqu'on brûle le gaz hydrogène antimonié dans une cloche au contact de l'air, il ne donne point de dépôt métallique, comme le fait l'hydrogène arsenié.

La flamme de ces deux gaz, dirigée sur une plaque de porcelaine, couvre celle-ci d'un enduit métallique; mais il est facile de reconnaître si cet enduit est antimonial ou arsenical. Pour cela on porte sur la croûte métallique une goutte d'eau régale qui la dissout aussitôt; puis on y ajoute quelques gouttes d'eau bien chargée d'hydrogène sulfuré, ce qui produit un dépôt pulvérulent d'un jaune doré avec l'arsenic, et un précipité jaune orangé avec l'antimoine; une petite quantité d'ammoniaque dissout le premier dépôt, et ne dissout pas le second.

---

22. *Nouveau réactif pour l'*ACIDE NITRIQUE; par M. Bailly. (Amer. J., t. 32, 1837.)

M. Caillot a trouvé que, lorsque l'on mêle ensemble 1 at. de bicyanure de mercure, et 1 at. d'iodure de potassium en dissolution chaude concentrée, les deux substances forment, en se combinant, un composé qui se dépose à l'état de belles écailles cristallines. Ces cristaux deviennent d'un beau rouge lorsqu'on les plonge dans la plupart des acides, parce qu'ils se transforment alors en bi-iodure de mercure; mais dans l'acide nitrique concentré ils deviennent noirs, parce que l'iode est mis en liberté à l'état de pureté. De là l'emploi que l'on peut en faire pour reconnaître la présence de cet acide.

Voici comment il faut opérer. On évapore à sec le sel que l'on veut éprouver, on en introduit une petite partie dans un tube cornue, et l'on verse par-dessus quelques gouttes d'acide sulfurique; on chauffe le tout doucement, au moyen d'une lampe à alcool, et l'on reçoit les vapeurs dans un petit

tube, au fond duquel on a mis quelques écailles du sel double ioduré. Si ces écailles noircissent, on est assuré de la présence de l'acide nitrique. Les acides chromique, iodique et chlorique, ainsi que l'hydrogène sulfuré, noircissent également le sel double; mais les trois acides se décomposent par la distillation, et l'hydrogène sulfuré est trop facile à reconnaître pour qu'il puisse induire en erreur.

---

23. *Sur la manière dont l'*ACIDE NITREUX *se comporte avec l'eau*; par M. Schœnbein. (Biblioth. de Genève, t. 10, p. 406.)

L'acide nitreux, mêlé avec une forte proportion d'eau, ne se décompose pas instantanément en acide nitrique et deutoxide d'azote comme on l'a annoncé : car si l'on chauffe la dissolution jusqu'à l'ébullition, il s'en dégage encore du gaz pendant plus d'une heure. Il paraît qu'il se forme une combinaison particulière d'acide nitrique et d'acide nitreux, qui est restée inconnue jusqu'à présent. Si l'on chauffe brusquement la liqueur aqueuse, il s'en dégage des vapeurs jaunâtres d'acide nitreux. Enfin, si l'on fait tomber goutte à goutte de l'acide nitreux dans de l'acide nitrique à 1,4, jusqu'à ce que le mélange ait pris une forte couleur verte, il ne se dégage pas une trace de gaz nitreux; et si ensuite on ajoute peu à peu au mélange quelques volumes d'acide nitrique ordinaire, on peut verser dans ce liquide une quantité d'eau quelconque, sans qu'il s'en dégage une seule bulle de deutoxide d'azote. Mais, ce qui est très-remarquable, c'est que l'acide nitreux en dissolution est décomposé et expulsé avec une très-grande rapi-

dité dans toutes les circonstances physiques qui favorisent l'évaporation des liquides; ainsi, par exemple, lorsque l'on introduit dans la liqueur du platine en fils ou divers autres métaux. Les métaux oxidables, tels que le cuivre, le laiton, le fer et même l'argent, opèrent cette décomposition beaucoup plus rapidement que le platine, et n'agissent cependant que physiquement; car il ne se forme que peu d'oxide, et pendant le dégagement du gaz, la température du liquide reste absolument stationnaire. Je me suis d'ailleurs assuré que l'acide nitrique n'entre pour rien dans la production de ce gaz.

Il est indubitable que la petite quantité de gaz que les métaux oxidables produisent, en s'oxidant par la décomposition de l'acide nitreux, ne soit la cause du rapide dégagement qui se manifeste; car j'ai reconnu par expérience, que si un corps solide qui dégage du gaz se trouve dans un liquide qui est près de bouillir, ou qui renferme une substance dont une attraction suffit juste pour contenir sa tendance à la forme gazeuse, il se dégage dans ce liquide de la vapeur ou du gaz qui ne s'y serait pas formé sans cette circonstance; qu'en outre le volume de gaz ou de vapeur qui se produit est incomparablement plus grand que le volume de gaz qu'abandonne le corps solide. La cause de ce phénomène ne m'est pas connue; quoi qu'il en soit, il pourra avoir de l'importance dans les applications techniques.

J'ai observé que la dissolution de sulfate de protoxide de fer est un réactif extrêmement sensible de l'acide nitreux. En effet, lorsque l'on fait chauffer de l'eau à laquelle on a ajouté $\frac{1}{1000}$ d'acide nitreux en volume, le peu de deutoxide

d'azote qui se dissout, brunit encore sensiblement la dissolution de ce sel.

---

24. *De quelques modifications que la chaleur fait éprouver aux* ACIDES ORGANIQUES; par M. Frémy. (Acad. des sciences, 1837, 4 sept.)

Je me suis occupé dans ce mémoire des modifications successives que la chaleur peut faire éprouver à quelques acides organiques avant de donner naissance à des produits pyrogénés, et j'ai surtout étudié, sous ce point de vue, les acides tartrique et paratartrique.

Acide tartralique

Lorsqu'on soumet l'acide tartrique à une température de 290° environ, il fond d'abord, puis laisse dégager une partie de son eau de constitution, et se transforme alors en un nouvel acide que j'ai nommé acide *tartralique*. Cet acide, à l'état hydraté, doit être représenté par $C^6H^6O^7 \frac{1}{2} + H^2O$, et à l'état anhydre par $C^6H^6O^7 \frac{1}{2}$. En comparant cette composition à celle de l'acide tartrique, qui est $C^4H^4O^5$, on voit que l'acide tartralique ne diffère de l'acide tartrique que par son poids d'atome, qui est plus fort que celui de ce dernier acide.

La composition seule de l'acide tartralique hydraté fait reconnaître que ce corps, pour passer à l'état d'acide tartrique cristallisé, ne demande qu'une certaine proportion d'eau. Lorsqu'on fait effectivement bouillir l'acide tartralique dans l'eau pendant quelques minutes, ou bien lorsqu'on le laisse en contact avec elle à la température ordinaire, après 2 ou 3 jours l'acide tartralique est entièrement transformé en acide tartrique.

Il est évident que de même un tartralate se décomposera en tartrate, lorsqu'on lui donnera une quantité de base nécessaire pour constituer ce sel. J'ai reconnu que les tartralates laissés en contact avec l'eau, même à la température ordinaire, se décomposent aussi en tartrates, seulement dans ce cas il se régénère de l'acide tartrique.

Acide tartrélique.

La seconde modification de l'acide tartrique a été nommée acide *tartrélique*; elle s'obtient en chauffant l'acide tartralique, qui, dans ce cas, perd encore une nouvelle quantité de son eau de constitution, et devient $C^8H^8O^{10}+H^2O$; l'acide tartrélique anhydre doit être représenté par $C^8H^8O^{10}$. Ainsi donc, l'acide tartrélique possède un poids d'atome qui est double de celui de l'acide tartrique.

On conçoit que cet acide doit se transformer aussi très-facilement en acide tartrique lorsqu'il se trouve en présence de l'eau, puisqu'il ne diffère de ce dernier acide que par l'atome d'eau. De même aussi les tartrélates se décomposeront en tartrates, par l'addition d'un excès de base, ou bien par l'ébullition dans l'eau.

Acide tartrique anhydre.

Enfin l'acide tartrélique, chauffé avec précaution, perd toute l'eau qu'il contient, et donne alors de l'acide tartrique anhydre. Cet acide tartrique anhydre est solide, blanc; il a une saveur très-légèrement acide, il est insoluble dans l'eau; mais laissé en contact avec elle pendant plusieurs jours, il reprend peu à peu l'eau que la chaleur lui a fait perdre, et, repassant par les degrés intermédiaires que je viens de décrire, il donne de l'acide tartrique ordinaire. Dans cette expérience, qui se fait lentement, il est facile alors de suivre,

dans un ordre inverse, la marche des modifications que j'ai indiquées.

Les faits que je viens de citer, qui viennent se ranger à côté de ceux qu'a observés le premier M. Graham, sur l'acide phosphorique, prouvent quel est le véritable rôle de l'eau de constitution des acides. Car on a vu que la chaleur, en faisant perdre à l'acide tartrique des quantités successives d'eau, a, par cela même, changé son poids d'atome. On voit donc ici que l'acide tartrique anhydre a la propriété de contracter avec l'eau, et d'après les quantités d'eau qu'on lui donne, des groupements particuliers qui constituent des poids d'atome différents : dans les nouveaux corps, l'acide tartrique et l'eau sont bien dans un état d'équilibre, mais qui n'est qu'instantané. En un mot, les acides tartralique et tartrélique ne sont pas des acides essentiellement différents de l'acide tartrique ; mais on peut dire que dans les trois acides, l'acide tartrique anhydre se trouve dans des états différents de condensation.

Acide paratartrique.

J'ai voulu m'assurer si l'acide paratartrique, soumis à la même épreuve que l'acide tartrique, se comporterait de la même manière, et j'ai reconnu que l'isomérie qui existe entre les deux acides se représentait dans les modifications correspondantes. Ainsi, l'acide paratartrique suit dans ses modifications exactement la même marche que l'acide tartrique, et j'ai étudié dans mon mémoire les nouveaux corps qui se forment dans cette circonstance. J'ai obtenu aussi l'acide paratartrique anhydre, qui a exactement la même composition que l'acide tartrique anhydre. Enfin, j'avais tout lieu de penser que les corps qui avaient une grande affinité pour l'eau, pourraient en réa-

gissant sur les acides tartrique et paratartrique, produire les mêmes modifications que la chaleur ; j'ai reconnu en effet que l'acide sulfurique, chauffé lentement avec les acides que je viens de citer, les modifiait de la même manière que la chaleur.

Il m'a semblé important de voir l'acide sulfurique prendre de l'eau à un composé organique, et par cela même changer son poids d'atome ; je pense que cette considération peut trouver une application dans bien des cas, et, pour ne citer qu'un exemple, on sait que souvent on s'est servi de la composition générale des éthers pour déterminer le poids d'atome d'un acide : il est évident que si, dans la préparation de ces éthers, on avait employé un grand excès d'acide sulfurique, l'acide organique pourrait, dans ce cas, avoir été modifié sous l'influence de l'acide sulfurique ; son poids d'atome serait alors changé, et pourtant la composition de l'éther serait tout autre.

Je m'occupe maintenant d'étendre ces observations sur d'autres acides organiques : j'ai déjà reconnu que l'acide citrique se comportait dans les mêmes circonstances de la même manière que l'acide tartrique ; et j'espère publier bientôt les expériences que j'ai faites à ce sujet.

En terminant, je dirai que j'ai reconnu que les acides que je formais en modifiant l'acide citrique se trouvaient en grande quantité dans les fruits verts, qui, lors de leur maturité, donnent de l'acide citrique ; ces acides ont souvent été confondus avec l'acide malique.

Il est assez curieux de voir des corps qu'on forme artificiellement, se retrouver dans la végétation et suivre dans leur organisation une marche qu'on peut reproduire à volonté.

---

25. *Sur la théorie de l'*ACÉTIFICATION; par M. Liebig. (Ann. der Phar., t. 21, p. 113.)

Le procédé que l'on emploie actuellement pour fabriquer le vinaigre consiste à mettre en contact avec de l'air atmosphérique, à une température de 82 à 86 degrés, de l'alcool étendu, que l'on divise pour lui faire présenter une très-grande surface, à l'aide de divers moyens mécaniques. Sous l'influence de ces conditions, et à la faveur de la présence d'une très-petite quantité d'une autre matière organique (sucre, malt, etc.), dont l'action n'est pas encore suffisamment étudiée, l'alcool se transforme en acide acétique.

La composition de l'alcool est exprimée par la formule $C^4H^{10}O+Aq$, celui de l'acide acétique par $C^4H^6O^3+Aq$, le dernier contient 4 atomes d'hydrogène de moins, et 2 atomes d'oxygène de plus que l'alcool. La soustraction de l'hydrogène s'opère par l'oxygène de l'air; 2 atômes de ce gaz sont employés à enlever 4 at. d'hydrogène, et 2 autres at. à former de l'acide acétique avec ce qui reste. Il se produit d'abord de l'*aldehyde* C^4H^6O+Aq, et celui-ci, en contact avec l'oxygène de l'air, s'oxide avec une promptitude extraordinaire et se change en acide acétique. 100 parties d'alcool prennent à l'air 69 parties d'oxygène, et donnent 169 parties d'acide acétique, dont une once sature 424 grains de carbonate de potasse. Avec une disposition convenable des *mères* de vinaigre, on obtient de 63 mesures d'eau-de-vie à 0,150 d'alcool, 560 mesures de vinaigre, dont une once sature 30 grains de carbonate de potasse, et il se perd $\frac{1}{15}$ d'acide.

Pour obtenir le maximum de produit dans les

fabriques de vinaigre, il est nécessaire d'établir dans l'atelier un courant d'air de bas en haut, et suffisant pour fournir à l'alcool l'oxygène qu'il doit absorber.

Quand il y a défaut d'air, l'acétification marche lentement et avec perte, parce qu'une partie de l'aldehyde, qui se forme d'abord, est entraînée en vapeur avant de se convertir en acide acétique, à raison de sa grande volatilité (on sait qu'elle bout à 22°). Effectivement, en distillant une liqueur spiritueuse incomplétement convertie en vinaigre, on en obtient un liquide incolore dans lequel on trouve de l'aldehyde.

On peut s'assurer de la présence de cette substance de deux manières, 1° en chauffant la liqueur avec une solution de potasse caustique; elle se colore alors en jaune de vin, en jaune, en brun-jaune, en brun, en brun foncé, selon la proportion de l'aldehyde; 2° en la chauffant avec du nitrate d'argent additionné d'un peu d'ammoniaque; les parois du vase se recouvrent d'une couche polie comme une glace d'argent métallique pur. Le premier réactif est sûr et préferable au second.

---

26. *Préparation de l'*ACIDE FORMIQUE; par M. Emmet. (Biblioth. de Gen., t. 11, p. 172.)

Mélangez ensemble, dans une cornue de verre tubulée, des mesures égales d'eau, d'acide sulfurique et d'orge propre, mais non broyée, ou de maïs broyé; chauffez le tout jusqu'à l'ébullition, et aussitôt que la masse est devenue entièrement noire, ajoutez une mesure d'eau, puis distillez une mesure d'acide formique.

En ajoutant encore une nouvelle quantité d'eau, et distillant une seconde fois, on obtient un acide plus faible, que l'on peut employer dans les opérations subséquentes. Outre qu'il est faible, ce second produit contient quelquefois de l'acide sulfureux, dont on peut le débarrasser en l'agitant pendant quelque temps avec du peroxide de plomb.

---

27. *Nouvelle préparation de* L'ACIDE FORMIQUE; par M. Artus. (Jahr. für Chem. 1837.)

On peut obtenir l'acide formique en désoxidant l'acide tartrique au moyen du potassium, du sodium, ou même de fer métallique en limailles. Par exemple, on chauffe dans un tube de verre un peu large, bouché par un bout, 3 at. d'acide tartrique et 4 at. de fer, et l'on conduit les vapeurs dans un flacon de Wolf, contenant un peu d'eau. Quand l'opération est terminée, on trouve que le liquide condensé est très-acide, qu'il a l'odeur des fourmis, et qu'il a toutes les propriétés qui caractérisent l'acide formique.

---

28 *Sur la nature de* L'ACIDE LAMPIQUE; par M. O'Connell. (Phil. mag., déc. 1837.)

L'acide lampique est essentiellement composé d'acide formique; mais il renferme en même temps une certaine proportion d'acide acétique : car lorsque l'on sature l'acide lampique avec de l'oxide de plomb et qu'on traite par l'alcool, il reste un sel, qui, décomposé par l'acide sulfurique, donne un acide qui, neutralisé par le carbonate de soude, produit avec le nitrate mer-

cureux bouillant des écailles brillantes d'acétate de mercure bien reconnaissables.

---

29. *Action du fer sur l'*ACIDE BENZOÏQUE *à une température élevée*; par M. F. Darcet. (Ann. de Ch., t. 66, p. 99.)

En faisant passer de l'acide benzoïque en vapeur sur du fer rouge, on obtient une huile jaunâtre, fluide, et d'une odeur empyreumatique, mêlée de l'odeur des amandes amères. Cette huile, distillée au bain-marie, laisse un résidu de goudron, et il passe à la distillation un liquide encore fluide, d'une odeur particulière, qui entre en ébullition à 86° et qui se congèle à — 6°.

Ce liquide est composé de :

Carbone.	0,92065
Hydrogène.	0,07035

C'est donc de la benzoïne $C^{24} H^{12}$. Dans l'expérience l'acide benzoïque $C^{28} H^{12} O^{4}$ se décompose en benzoïne $C^{24} H^{12}$ et en acide carbonique $C^{4} O^{4}$.

---

30. *Recherches sur l'acide* PYRO-ACÉTIQUE ; par M. B. Kane de Dublin. (Acad. des Sc., 1837, n. 14.)

L'esprit pyro-acétique (acétône) est un alcool semblable, pour la plupart de ses propriétés, à l'alcool ordinaire, mais qui pourtant s'en sépare dans quelques réactions pour suivre des lois particulières.

Distillé avec de l'acide sulfurique concentré, cet alcool fournit un liquide très-léger, bouillant à 135°, et composé de $C^{12} H^{8}$, ce qui prouve que la formule de l'acétône est $C^{12} H^{12} O^{2}$. J'appelle le corps anhydre $C^{12} H^{8}$ *mésitylène*. Il est à l'alcool

mésityque ce que le gaz oléfiant est à l'alcool ordinaire.

Avec le perchlorure de phosphore et l'acétône on obtient l'hydrochlorate $C^{12}H^{8}$, $H^{4}\,Ch^{2}$; avec l'iode, l'hydriodate mésityque $C^{12}H^{8}$, $H^{4}I^{2}$. L'éther mésityque se combine en deux proportions avec l'acide sulfurique.

---

31. *Observations sur le* SUCRE DE CANNE, *et sur un nouvel acide provenant de l'action des alcalis sur le* SUCRE D'AMIDON; par M. Péligot. (Acad. des Sc., 1837, juillet.)

On sait qu'il existe deux variétés de sucre bien distinctes, savoir : le sucre ordinaire extrait de la canne, de la betterave et de l'érable, et le sucre de raisin, qui se trouve aussi dans l'urine des diabettes, et qui se produit quand on met l'amidon, le ligneux ou le sucre de lait en contact avec l'acide sulfurique dilué.

Le sucre ordinaire se combine avec les bases sans subir aucune modification; car en décomposant les saccharates par les acides faibles, le sucre reparait avec toutes ses propriétés caractéristiques.

Il en est tout autrement du sucre d'amidon. Les alcalis et les terres alcalines le transforment, même à froid, en un acide puissant qui neutralise complétement les bases, et que l'on peut extraire de la combinaison insoluble qu'il forme avec l'oxide de plomb, et en un autre corps non volatil, qui possède la propriété de réduire immédiatement à froid les sels d'argent et de mercure.

---

32. *Composition élémentaire de l'*AMIDON *de diverses plantes, de ses parties les plus aggrégées, de celles qui se désaggrégent aisément, des produits de la dissolution, et poids atomique de l'amidon et de la dextrine*; par M. Payen. (Ann. de Ch., t. 65, p. 225.)

On sait que sous l'influence des acides, de la diastase, et même par l'application de la chaleur seule, l'amidon se convertit en un produit gommeux, que l'on a nommé *dextrine*. On peut obtenir la dextrine en combinaison avec l'oxide de plomb en deux proportions. On obtient le dextrinate basique en versant une dissolution de dextrine dans de l'acétate de plomb mêlé d'ammoniaque, et le dextrinate neutre en versant de l'acétate de plomb dans une dissolution bouillante de dextrine ammoniacale. Les deux sels desséchés à 100°, contiennent un atome d'eau qu'ils perdent à la température de 180°. La dextrine que les sels desséchés renferment est anhydre, et a pour formule $C^{24}H^{18}O^{9}$. La dextrine libre, chauffée à 120°, contient en outre 1 atome d'eau; et desséchée à la température ordinaire elle en contient 2 atomes.

L'amidon a exactement la même composition et le même poids atomique que la dextrine. Desséchée à la température de 130°, sa formule est $C^{24}H^{18}O^{9}$, $H^{2}O$. Exposée à l'air sec ou humide, elle reprend des proportions différentes d'eau, et dans ses combinaisons avec l'oxide de plomb, chauffées à 100°, elle devient $C^{24}H^{18}O^{9}$.

La dextrine ne diffère de l'amidon qu'en ce qu'elle ne forme pas de combinaison bleue avec l'iode comme celle-ci; elle parait n'être autre

chose que de l'amidon amené à un point de division extrême.

L'amidon est une substance organique organisée. Quelle que soit son origine, elle a toujours la même composition. Broyé avec de l'eau froide, il se partage en produits différents par leur aggrégation, mais identiques quant à leurs propriétés fondamentales.

---

33. *Sur la* GLYCÉRINE; par M. Pelouze. (Acad. des Sc., 1837, n° 10.)

La glycérine, à l'état sirupeux et dont la densité est de 1,28, est composée de $O^6C^6H^{16}$, et elle renferme 1 atome d'eau.

Si on en mêle une partie avec deux parties d'acide sulfurique, d'une densité de 1,845, qu'on neutralise ensuite la liqueur avec de la chaux, qu'on filtre pour séparer le sulfate de chaux, et qu'on fasse ensuite évaporer la liqueur, on obtient un sel cristallisé en aiguilles prismatiques, qui est composé de chaux et d'acide *sulfo-glycérique* ($2\dot{S} + O^5C^6H^{14}$).

Enfin, en précipitant la chaux du sulfo-glycérate par l'acide oxalique, filtrant et faisant évaporer la liqueur, on obtient l'acide sulfo-glycérique sous la forme d'un liquide incolore, d'une saveur très-aigre et si peu stable, tant qu'il n'est pas uni à une base, qu'il se réduit, dans le vide au-dessous de zéro, en glycérine et en acide sulfurique, lors même qu'il reste encore beaucoup d'eau de dissolution.

Il y a cette analogie entre l'alcool et la glycérine que, dans leur réaction avec l'acide sulfuri-

que, ces substances perdent chacune un atome d'eau, pour se combiner avec deux atomes d'acide sulfurique anhydre, et constituer ainsi les acides sulfovinique et sulfo-glycérique.

Les sulfo-glycérates sont en général très-solubles.

Lorsque l'on fait chauffer de l'acide sulfo-glycérique avec deux atomes de chaux ou de baryte, au milieu de l'eau, la glycérine devient libre, et il se forme du sulfate de chaux ou de baryte.

---

34. *Sur la composition de la* CIRE D'ABEILLES; par M. Hess. (Répert. de Ch., t. 3, p. 224.)

Lorsque l'on traite la cire vierge d'abeilles de Russie par de l'éther à froid à plusieurs reprises, il reste de la cire blanche pure, qui est dure, cassante, et qui se fond entre 64 et 65° c.; je l'ai trouvée composée de :

Carbone.	0.8084	20 at.
Hydrogène.	0,1322	40
Oxygène	0,0594	1

En évaporant la dissolution éthérée et lavant le résidu avec de l'éther jusqu'à ce qu'il soit décoloré, ce qui reste est encore de la cire pure. Ces faits prouvent que la cire n'est pas composée, comme on l'avait cru, de deux substances différentes, l'une très-soluble dans l'alcool, la *cerine*; et l'autre peu soluble, la *myricine*. Le résultat de mon analyse s'approche beaucoup de celui que Saussure a obtenu, et de celui que donne M. Boussingault pour la cire du *ceroxilon andicolæ*.

Mais M. Oppermann a trouvé, pour la cire du Japon et pour la cire du Brésil une composition différente, savoir :

	Pour la cire du Japon.	Pour la cire du Brésil.
Carbone.	0,7097	0,7288
Hydrogène. . . .	0,1207	0,1203
Oxygène.	0,1096	0,1509

De mon côté, en traitant la fécule de seigle par de l'acide nitrique, j'ai obtenu, outre de l'acide oxalique, une substance grasse semblable à de la cire; soluble dans l'alcool et surtout dans l'éther, susceptible de former, avec les alcalis, des savons solubles dans l'eau, et qui m'a donné à l'analyse:

Carbone.	0,7337
Hydrogène. . . .	0,1214
Oxygène.	0,1649

Or, on remarque que dans ces différentes substances le carbone et l'hydrogène sont toujours dans le même rapport, celui de 1 à 2. J'en conclus que ce ne sont que différents oxides du même carbure d'oxygène CH^2.

---

35. *Nouveau moyen pour travailler le* CAOUTCHOUC. (Ann. der Pharm. 1837.)

L'emploi de l'éther, de l'essence de térébenthine, de l'huile volatile tirée du caoutchouc, du baume de copahu et des huiles des fabriques du gaz d'éclairage, pour dissoudre le caoutchouc, a l'inconvénient d'être fort dispendieux et de produire des vernis qui ne se dessèchent que difficilement; depuis quelque temps on se sert avec avantage de l'ammoniaque. On met dans un vase la gomme élastique coupée en morceaux, on la couvre d'ammoniaque caustique, et on laisse le tout dans cet état pendant plusieurs mois. L'ammoniaque devient brune et la gomme prend une apparence brillante et soyeuse semblable à des nerfs frais;

le caoutchouc, ainsi gonflé, est encore élastique, et ressemble tout à fait à de beaux fils soyeux lorsqu'on l'étire, mais il se brise plus facilement que le caoutchouc brut.

En traitant par l'huile de térébenthine, le caoutchouc gonflé dans l'ammoniaque il se transforme aisément par l'agitation en une émulsion, et au bout de quelque temps il vient nager à la surface, comme le beurre sur du lait; après cela il se comporte comme un vernis. Mais il faut une quantité beaucoup plus faible d'huile de térébenthine pour le dissoudre que lorsqu'il n'a pas été ramolli par l'ammoniaque.

---

36. *Sur la théorie de l'*ETHER, par M. Liebig. (Ann. der Phar., t. 23, p. 13.)

Les matières organiques oxygénées sont-elles des oxides d'un radical composé, ou bien sont-elles des combinaisons d'un radical avec un corps composé? sont-elles des oxides ou des hydrates d'un hydrogène carboné? Telle est la question importante et d'une grande influence sur toutes les recherches ultérieures que nous avons à résoudre présentement.

Dans l'aldehyde nous avons l'hydrate d'un oxide capable de se combiner encore dans deux proportions avec l'oxygène, un oxide qui possède par lui-même des propriétés faiblement acides, et dont les degrés d'oxidation plus avancés doivent par conséquent former des acides.

Dans l'alcool nous avons l'hydrate d'un autre corps capable de neutraliser les acides et de former avec eux des combinaisons, dans lesquelles nous retrouvons tous les rapports proportionnels

des combinaisons des oxides inorganiques. L'éther doit donc être un oxide; il doit être une base. Nous pouvons remplacer l'oxygène de l'éther dans l'alcool par du soufre, l'eau d'hydrate par une autre combinaison d'hydrogène sulfuré; nous pouvons éliminer l'hydrogène du dernier par des métaux : tous ces faits réunis nous donnent la certitude, et nous sommes tous d'accord sur ce point, que 2 at. d'hydrogène et 1 at. d'oxygène sont contenus dans l'alcool, sous une autre forme que les autres 10 at. d'hydrogène et l'autre atome d'oxygène. Nous soutenons que les deux premiers y sont contenus sous la forme d'eau, car nous pouvons, avec de l'éther et de l'eau, reproduire de l'alcool. Ces conclusions appartiennent aux deux théories; elles reposent sur des faits irrécusables.

Aucun des partisans de la théorie de l'éthérine n'a pensé sérieusement à considérer l'acide formique comme de l'hydrate d'oxide de carbone, ou l'acide oxalique comme du carbonate d'oxide de carbone, quoique tous deux se décomposent en ces deux produits par l'action de l'acide sulfurique. Aucun jusqu'à présent n'a osé prendre cette décomposition pour base d'une conclusion sur la constitution des deux acides; mais, sous le rapport de l'action de l'acide sulfurique sur l'alcool, ils sont moins scrupuleux : quoiqu'ils sachent très-bien que le gaz oléfiant ne se montre jamais sans être accompagné d'acide sulfureux, quoiqu'ils soient aujourd'hui convaincus que l'éther ne se forme pas, comme on le croyait autrefois, à l'aide de la soustraction de l'eau par l'acide sulfurique. Je ne connais qu'un seul cas où l'éther se forme par la soustraction de l'eau; c'est lors-

qu'on fait agir du fluobore sur l'alcool, et ici l'eau de l'hydrate est décomposée : dans tous les autres, l'éther se produit par la décomposition d'un sel d'éther, qui lui-même n'est pas produit par l'affinité de l'acide pour l'eau, mais par son affinité pour l'éther. L'acide sulfurique n'enlève pas d'eau à l'alcool, mais bien de l'éther ; nous savons que cette décomposition a lieu alors même que nous étendons l'acide sulfurique de 55 p. cent d'eau. La question de savoir pourquoi le chlorure de calcium et d'autres corps très-avides d'eau ne transforment pas l'alcool en éther, se résout ainsi d'elle-même. Si la loi est vraie, qu'un corps ne peut jamais être déplacé que par un autre de la même classe, suivant la mesure de son affinité, l'eau de l'hydrate d'éther, qui, dans cette combinaison comme dans tous les hydrates des bases, joue le rôle d'un acide, doit être déplacée par un acide doué d'une affinité plus puissante, précisément de la même manière que l'eau de l'hydrate de potasse est éliminée lorsque la potasse se combine avec l'acide sulfurique. Mais pourquoi, demande-t-on encore, cet acide si faible, savoir l'eau d'hydrate de l'alcool, n'est-il pas enlevé par des bases très-puissantes, par la potasse, la chaux et la baryte anhydres? Or, je soutiens que la potasse décompose l'alcool en eau et en éther, et que si nous n'obtenons pas d'éther; c'est uniquement parce que celui-ci forme des combinaisons avec l'oxide de potassium. Rien n'est plus facile que de prouver cette assertion; et je vais mettre chacun en état de préparer ces combinaisons. Si on porte du potassium ou du sodium dans de l'alcool absolu, l'eau d'hydrate de l'alcool est décomposée, car il se dégage du gaz hydrogène pur;

par une légère élévation de température, qui ne dépasse pas 50°, cette décomposition est rapide : la nouvelle combinaison se dissout à cette température, et si on a mis assez de potassium ou de sodium pour que l'alcool non encore décomposé en soit saturé, il se sépare, lorsqu'on ajoute encore une plus grande quantité de ces métaux, des cristaux blancs, transparents, en grosses lames avec le sodium, qui font prendre tout le liquide en masse, si on le laisse refroidir à cette époque. Ces cristaux sont une combinaison d'éther (oxide d'éthyle), avec de l'oxide de potassium ou de sodium anhydre : on peut les amener à l'état de siccité complète, en les mettant sous une cloche avec de l'acide sulfurique concentré, et les chauffer ensuite jusqu'à 80°, sans qu'ils laissent rien dégager de volatil ou qu'ils changent d'état. Si on opère exactement de la manière que je viens de décrire, on n'obtient pas d'autre produit : l'alcool a perdu de l'eau sous la forme d'hydrogène, qui s'est dégagé à l'état de gaz, et sous celle d'oxygène qui s'est combiné avec le métal : il n'y a pas eu toutefois d'éther mis en liberté, car il s'est combiné avec l'oxide métallique anhydre. Si on met cette combinaison en contact avec de l'eau, on obtient, par la dissolution, de l'alcool (l'hydrate de l'éther), et il reste l'hydrate de l'oxide métallique. Cette dernière décomposition n'a pas besoin d'explication.

Beaucoup de chimistes, qui connaissent la manière d'être des combinaisons, dont il est ici question, d'après l'observation et l'expérience et non pas seulement d'après les livres, auront remarqué avec moi que dans la préparation de la potasse caustique à l'alcool il se dégage durant la concen-

tration de la solution des vapeurs alcooliques, ou des gaz combustibles, jusqu'au point où la liqueur se prend en masse après le refroidissement; qu'en continuant la chaleur il se produit subitement une forte écume, qu'alors il se sépare à la surface une substance solide, noire, charbonneuse, et qu'après cette époque l'hydrate de potasse contient de l'acétate et du carbonate de potasse. Ils savent en outre qu'on ne peut éviter ce phénomène qu'en mêlant la solution alcoolique de l'hydrate de potasse avec son volume d'eau, et distillant jusqu'à ce que toute trace d'alcool ait disparu. Ils partageront notre opinion, que ces phénomènes prouvent l'existence d'une combinaison assez intime d'oxide de potassium avec de l'éther, ou, si on veut, avec de l'alcool, semblable à celles décrites plus haut; que cette combinaison existe dans l'alcali liquide, même après l'expulsion de tout l'alcool libre, et que sa destruction, par la fusion à la chaleur rouge avec l'alcali en excès, a lieu de la même manière que lorsqu'on fait subir le même traitement à du tartrate de potasse ou à une autre matière organique non volatile.

La chaux et la baryte n'ont, comme on l'admet ordinairement, aucune action sur l'alcool; cependant, on préfère le chlorure de calcium à la chaux calcinée pour la préparation de l'alcool absolu, et ce fait doit paraître singulier à des expérimentateurs inhabiles, parce qu'ils ne savent point que dans l'emploi de la chaux, qui est bien moins chère, la moitié de l'alcool est perdue: il reste dans la chaux, si bien qu'on ne peut l'en chasser, même en portant la température à 130°: on ne peut l'en retirer qu'en distillant la chaux restante avec de l'eau.

Ainsi, je le répète, par ces substances très-avides d'eau on ne retire pas d'éther de l'alcool, parce que cet oxide forme avec les oxides métalliques nommés des combinaisons solides, décomposables par la chaleur en d'autres produits.

J'arrive à quelques autres objections que j'entends très-souvent faire par ceux qui ne peuvent renoncer à la théorie de l'éthérine. Pourquoi, me demande-t-on, cette base (l'éther) n'est-elle pas alcaline ? pourquoi beaucoup de ses combinaisons ne s'obtiennent-elles pas directement, comme, par exemple, l'éther acétique par le simple mélange de l'acide acétique avec l'éther ? Pourquoi les sels neutres d'oxides d'éthyle (les éthers composés) ne se décomposent-ils pas avec d'autres sels, de la même manière que les combinaisons correspondantes des mêmes acides avec des oxides métalliques ! Je prie de bien faire attention que ces questions sont adressées par des personnes qui considèrent sans aucune hésitation le gaz oléfiant comme une base et l'éther comme son hydrate, et qui ne peuvent pas plus que moi produire de l'éther acétique avec de l'éther et de l'acide acétique, ou bien avec du gaz oléfiant, de l'eau et de l'acide acétique. L'éther est différent de la potasse et de l'ammoniaque, précisément parce que c'est de l'éther et non de la potasse ou de l'ammoniaque; il serait singulier de vouloir mettre en question l'existence du sulfate de platine, parce que les alcalis ne peuvent en précipiter aucun oxide de ce métal. Ces personnes savent très-bien pourquoi l'acide sulfurique dans l'acide sulfovinique n'est pas décelé par les sels de baryte : elles connaissent, aussi bien que moi, l'oxalate et le citrate d'éther, et autres semblables ;

elles savent que l'éther oxalique donne avec la potasse de l'acide oxalovinique, qui forme un sel soluble avec la chaux, et qu'en mettant en contact un sel d'éther avec le sel d'un oxide métallique, qui dans les cas les plus ordinaires forme une combinaison insoluble avec l'acide du sel de l'éther, ou bien il n'y a tout simplement aucun échange de leurs principes constituants, ou bien il se produit dans les premiers moments des sels d'éther qui se dissolvent dans l'eau. Le nitrate d'argent ne décèle pas de chlore dans le chlorure d'éthyle, sans contredit par la même raison, que le cyanure d'argent n'est pas décomposé par l'hydrate de potasse, le cyanate acide d'argent par les chlorures métalliques, et le purpurate d'argent par l'acide hydrochlorique. (Berzélius.)

Nous vous l'accordons, disent nos adversaires: mais si l'affinité de l'éthyle pour le chlore est si grande, pourquoi l'acide hydrochlorique ne se décompose-t-il pas directement avec l'éther? Pourquoi doit-on prendre son hydrate pour obtenir le chlorure d'éthyle? Je pourrais très-bien dire ici que l'état naissant de l'éther en est la condition : que la décomposition s'opère d'une manière semblable à celle de l'alumine, lorsque deux affinités, celle du charbon et du chlore, exercent leur action; ici d'un côté l'affinité de l'acide hydrochlorique pour l'eau d'hydrate de l'alcool, de l'autre celle du même acide pour l'éther, qui *au moment de sa mise en liberté* se décompose avec l'acide hydrochlorique en chlorure et en eau. Que l'état naissant de l'une ou de l'autre partie constituante soit la seule condition, c'est ce que montre la formation de l'éther acétique, lorsque l'on fait passer de l'acide carboni-

que au travers d'une dissolution d'acétate de potasse dans l'alcool, lorsqu'on fait dissoudre du chlorure de benzoïle dans l'alcool, etc.; mais toutes ces considérations ne sont pas nécessaires à l'appui de la théorie de l'éthyle : je m'engage à donner l'explication la plus complète et la plus irréfragable de tous ces phénomènes, si ces personnes veulent se donner la peine de me dire la raison pour laquelle l'acide carbonique ne se combine pas le moins du monde avec la chaux et la baryte, pour lesquelles il a une affinité si marquée, pour laquelle enfin les hydrates de chaux et de baryte absorbent seuls le gaz acide carbonique. Dans tout cela on sait que l'hydrate d'acide sulfurique ordinaire forme directement avec l'éther du sulfate d'éther, que l'on peut en retirer de l'alcool, et toute la série des combinaisons d'éther, sans exception aucune.

Je dirais sans hésiter, comme l'a fait un de mes amis, que le choix entre ces deux théories serait indifférent, si l'on était jamais parvenu de quelque manière que ce fût à retirer une combinaison d'éther du gaz oléfiant ou de l'éthérine. La fausseté de la théorie de l'éthérine est prouvée, et il ne peut donc pas être du tout indifférent pour nous de donner la préférence à une fiction ou à des observations bien fondées. Il est contraire à toute raison d'admettre dans l'éther de l'eau et du gaz oléfiant ou de l'éthérine, lorsque l'existence de l'une ou de l'autre ne peut se démontrer ni s'établir par un seul fait. Nous ne discutons pas pour des explications, mais pour des principes : la théorie de l'acide muriatique oxygéné explique tout, et cependant nous l'avons abandonnée, bien qu'elle ne fût pas à beaucoup

près si vide que celle de l'éthérine. Je me suis donné toutes les peines imaginables, mais tout à fait inutiles, pour découvrir une ombre de rapport entre le gaz oléfiant ou l'éthérine et les combinaisons d'éther. Les expériences même de Regnault ne sont que la continuation des miennes propres : elles ont été entreprises sur mon invitation, et exécutées sous mes yeux par ce chimiste distingué.

J'ai encore quelques mots à ajouter sur la théorie de l'éthérification par l'acide sulfurique, puisque, malgré tout ce qui a été écrit et publié sur les phénomènes de cette opération, les idées communes sont encore restées tout aussi flottantes et tout aussi incertaines qu'auparavant, lorsqu'on manquait absolument d'expériences décisives. M. Mitscherlich a, comme le déclare en note Poggendorf dans ses Annales (vol. 37, p. 65), retiré sa théorie : il n'est donc pas nécessaire de rien dire à ce sujet.

Il est prouvé que l'éther se produit par la décomposition du sulfate d'éther à une température de 127° et au-dessus.

C'est un fait évident qu'il passe de l'eau avec l'éther.

Il est tout aussi certain que partout où l'éther et l'eau se rencontrent au moment de leur production, ils se réunissent pour former de l'alcool.

Il reste donc à expliquer pourquoi l'éther et l'eau se développent en même temps dans un seul et même liquide, pourquoi ils distillent tous deux isolés et non à l'état d'alcool.

Les faits suivants suffiront parfaitement pour la solution de cette question :

Dans un mélange qui, à 140°, donne lieu à un

dégagement d'éther et d'eau, il y a d'un côté du sulfate d'éther, qui se décompose déjà au-dessous de 140° en éther et en acide sulfurique.

Dans la même liqueur il y a encore un acide sulfurique aqueux, qui n'entre en ébullition complète qu'à 141°, ainsi un degré au-dessus du point d'ébullition de ce mélange.

Si on chauffe le mélange d'éther jusqu'à 140°, mais non jusqu'à ébullition complète, il ne se forme pas d'éther, mais de l'alcool.

Si on l'amène à l'état d'ébullition complète, il distille de l'éther et de l'eau, et seulement des traces d'alcool.

Or, que signifie cette ébullition dans l'éthérification ?

Il est clair que dans la décomposition du sulfate d'éther, l'éther, qui prend l'état gazeux, doit produire un bouillonnement : mais ce n'est pas une ébullition véritable. Il est clair en outre que l'acide sulfurique aqueux ne bout pas dans le mélange d'éther à 140°, c'est-à-dire qu'il ne se forme pas de vapeurs dans l'intérieur de la masse, mais seulement à la surface, car il ne bout qu'à 141°.

Il est de plus évident que, lorsque la vapeur d'éther mise en liberté traverse l'acide sulfurique étendu, chauffé jusqu'à 140°, il doit s'évaporer dans cette vapeur d'éther une certaine quantité d'eau, cette eau ne s'évapore donc qu'après que la vapeur d'éther s'y trouve déjà ; toutes deux ne peuvent plus se réunir en alcool, et il ne s'agit plus dès lors que de la question de savoir combien il s'évaporera d'eau ? Les lois connues de la formation des vapeurs résolvent cette question.

Lorsqu'on chauffe un liquide infiniment près de son point d'ébullition, mais sans l'atteindre tout

à fait, et que l'on y fait passer un gaz à la même température, il se forme alors dans l'intérieur du liquide une quantité de vapeurs, dont le volume est égal, à une différence extrêmement faible près, au volume du gaz qui traverse le liquide. Leurs quantités en poids doivent être dans les rapports de leurs pesanteurs spécifiques.

Si donc de la vapeur d'éther à 140° traverse de l'acide sulfurique étendu, dont le point d'ébullition est un peu plus élevé que 140°, les quantités en poids de l'éther et de l'eau doivent être entre elles comme les nombres 2,580 : 0,6201, c'est-à-dire comme la pesanteur spécifique des vapeurs d'éther et d'eau : ces nombres sont dans le même rapport qne 80,64 d'éther et 19,36 d'eau, et c'est la proportion dans laquelle l'éther et l'eau se combinent pour former de l'alcool.

Si on ajoute plus d'eau au mélauge d'éther, et qu'on étende ainsi l'acide sulfurique, le point d'ébullition redescend à celui de la décomposition du sulfate d'éther, les vapeurs d'éther et d'eau se produisent en même temps, et c'est la condition dans laquelle elles se réunissent pour donner de l'alcool : on n'obtient pas alors d'éther.

Si l'on ajoute plus d'acide sulfurique au mélange, le point d'ébullition de l'acide sulfurique étendu s'élève, on obtient plus d'éther et moins d'eau. Les autres phénomènes n'ont pas besoin de plus amples explications.

---

37. *Sur l'emploi du chromate de plomb pour l'analyse des* CORPS ORGANIQUES; par M. Richardson. (J. für Ch., 1837, n° 11.)

On prépare du chromate de plomb en précipi-

tant un sel de plomb par le bichromate de potasse; on le chauffe jusqu'à fusion et on le pulvérise. Comme il n'attire pas l'humidité de l'air, il mérite la préférence sur l'oxide de cuivre pour l'analyse des matières organiques; il suffit, pour l'employer, de le tenir pendant quelque temps dans un lieu chaud. Le mélange doit se faire d'une manière très-intime; car pour des longueurs de tubes semblables, on expose à l'influence de la chaleur une quantité plus grande de la substance organique, que lorsqu'on emploie l'oxide de cuivre, par le fait de la grande quantité d'oxygène que contient le chromate de plomb. Les tubes à analyse doivent avoir environ 25 cent. de longueur sur 1 cent. de diamètre.

L'emploi du chromate de plomb permet de soumettre à l'analyse une quantité de la substance plus grande qu'avec l'oxide de cuivre, à cause de sa grande densité. Pendant toute la durée de la combustion il se dégage de l'oxygène par l'ouverture du tube qui contient la potasse, parce que le chromate a une grande tendance à passer à l'état de sel basique. Cette circonstance, et surtout la grande quantité d'oxygène contenu dans ce sel en rendrait l'emploi très-utile pour brûler des corps qui contiennent beaucoup de carbone. Ce même chromate fournit aussi un excellent moyen d'analyse pour les combinaisons qui renferment du chlore, du brome, etc., parce que les chlorures, bromures, etc. de plomb ne sont pas volatils.

---

38. *Cristaux de* SUBSTANCES INSOLUBLES *formés artificiellement*; par M. Gaudin. (Acad. des Sc., 1837, juillet.)

On peut obtenir des cristaux microscopiques très-parfaits en mettant certaines dissolutions en contact avec une atmosphère artificielle : par exemple, en plaçant sous une même cloche une capsule contenant du carbonate d'ammoniaque humecté, et un verre à pied rempli d'une solution faible d'un sel de chaux, de baryte, de plomb, etc. Ou bien encore en versant dans un tube de verre long comme le doigt, une solution saline, et mettant dans la partie supérieure du tube, avant de le boucher, du coton imbibé du corps destiné à former l'atmosphère.

Pour les cristaux composés d'éléments peu ou point volatiles, il faut recourir à d'autres stratagèmes. On obtient le sulfate de baryte, par exemple, en mettant sous une même cloche un flaçon d'acide hydrochlorique fumant, et un verre à pied contenant de l'eau, du sulfate de chaux et du carbonate de baryte.

Une solution d'un sel de chaux pur donne généralement des cristaux sous forme de rhomboèdres primitifs, avec les principales modifications de cette forme, tandis que les dissolutions d'arragonite donnent simultanément des cristaux de la forme du spath d'Islande, et d'autres cristaux de la forme du carbonate de baryte.

39. *Recherches sur la composition des* OXALATES, *des* NITRATES, *des* PHOSPHATES, *des* SULFATES *et des* CHLORURES; par Th. Graham (1). (Philos. trans., 1837.)

L'acide oxalique cristallisé est l'oxalate d'eau $\dot{H}\dddot{\overline{C}}\dot{H}^2$, dans lequel 1 at. d'eau fait fonction de base, tandis que les deux autres servent à le constituer et peuvent s'appeler *eau constituante*. On retrouve ces deux atomes d'eau dans les oxalates de magnésie, de chaux, de zinc, et dans tous ceux qui appartiennent à la classe magnésienne. Oxalates.

L'oxalate de baryte ne renferme qu'un atome d'eau $\dot{B}\dddot{\overline{C}}\dot{H}$, et il en est de même de l'oxalate de potasse $\dot{K}\dddot{\overline{C}}\dot{H}$.

Le bi-oxalate renferme 3 at. d'eau $\dot{K}\dddot{\overline{C}}\dot{H}\dddot{\overline{C}}\dot{H}^2$, dans sa formation l'atome constituant d'eau pour de l'oxalate neutre est remplacé par 1 at. d'acide oxalique hydraté. Dans le quadri-oxalate $\dot{K}\dddot{\overline{C}}\dot{H}\dddot{\overline{C}}^2$ $2(\dot{H}\dddot{\overline{C}}\dot{H}^2)$, les 2 at. d'eau du sel précédent sont remplacés par 2 at. d'oxalate d'eau.

L'oxalate et le bi-oxalate d'ammoniaque correspondent exactement aux sels de potasse.

L'oxalate de soude est anhydre $\dot{N}\dddot{\overline{C}}$. C'est peut-être le moins soluble des sels de soude. Le bi-oxalate a la formule $\dot{N}\dddot{\overline{C}}\dot{H}\dddot{\overline{C}}\dot{H}^2$. Il n'existe pas de quadri-oxalate.

Il n'existe que peu d'oxalates doubles. L'oxalate de

---

(1) Suite du Mémoire sur la présence de l'eau dans les sulfates comme principe constituant. (*Annales des mines*, tom. XI, p. 221.)

cuivre et de potasse a pour formule $\dot{K}\dddot{G}\dot{Cu}\dddot{G}\dot{H}^4\dot{H}$. Ce sel est peu soluble mais cristallisable, il est analogue au bisulfate de potasse. Quelquefois il ne contient que deux atomes d'eau.

Les oxalates doubles de potasse et de chrôme, ou de peroxide de fer, ont pour formules : $\ddot{G}\dddot{G}^3$ $3\dot{K}\dddot{G}\,\dot{H}^6$, $\ddot{Fe}\,\dddot{G}^3\,3\dot{K}\dddot{G}\,\dot{H}^6$, et l'oxalate de soude et de peroxide de fer $\ddot{Fe}\,\dddot{G}\,3\dot{N}\dddot{G}\,\dot{H}^{10}$. Le premier cristallise en prismes ; il est noir par réflexion et d'un bleu brillant par réflexion ; le carbonate de potasse n'en précipite pas complétement le chrôme, et le chlorure de calcium n'en précipite qu'une partie de l'acide oxalique. Le second s'obtient en dissolvant du peroxide de fer dans le bi-oxalate de potasse ; il se présente sous la forme de cristaux lamelleux d'un beau vert. Le troisième contient plus d'eau que les précédents.

Nitrates. L'acide nitrique hydreux concentré est le nitrate d'eau, contenant en outre 3 at. d'eau constituante $\dot{H}\dddot{N}\dot{H}^3$. Il existe deux nitrates dec uivre, dont l'un cristallise en prismes $\dot{Cu}\,\dddot{N}\,\dot{H}^3$, et l'autre en lames rhomboïdales $\dot{Cu}\,\dddot{N}\,\dot{H}^3\,3\dot{H}$. A une chaleur supérieure à 65° c., ces sels se changent en sous-nitrate $\dot{H}\,\dddot{N}\,\dot{Cu}^3$: dans ce sel le seul atome d'eau est réellement la base, et les trois atomes d'oxide de cuivre remplacent *l'eau constituante* du nitrate d'eau : en sorte que l'on doit le considérer comme neutre.

Le nitrate de bismuth $\dot{Bi}\,\dddot{N}\,\dot{H}^2$ et le sous-nitrate $\dot{H}\dddot{N}\dot{Bi}^3$ sont analogues aux sels de cuivre. A

la chaleur de 100° le nitrate neutre cristallisé se transforme en sous-nitrate solide et en un liquide qui est de l'acide nitrique tenant du nitrate en dissolution et non pas un surnitrate.

Les nitrates de zinc et de magnésie correspondent au nitrate d'eau et contiennent en outre 3 at. d'eau.

Les nitrates de potasse, de soude, de baryte, de strontiane, de plomb, etc., sont anhydres.

Il n'existe ni surnitrates ni nitrates doubles.

Dans l'état actuel de nos connaissances, l'acide phosphorique est le seul qui soit capable de se combiner avec des bases en trois proportions différentes, et de former, outre la classe ordinaire des sels contenant un atome d'acide et un atome de protoxide comme base, deux autres classes anomales de sels, dans lesquels deux et trois atomes de base sont combinés avec un atome d'acide : ce sont les *pyrophosphates* et les *phosphates ordinaires*. L'acide arsenique ne forme qu'une classe de sels; mais cette classe est anomale, puisque chacun d'eux contient, comme les phosphates ordinaires, trois atomes de base pour un atome d'acide. Ces classes anomales de phosphates et d'arseniates, et les phosphites peut-être, sont, je crois, les seuls sels connus auxquels l'idée d'un sous-sel ordinaire soit vraiment applicable; dans les formules de ces sels seulement, il doit paraître plus d'un atome de quelques protoxides en relation basique avec un atome d'acide. Tous les autres sous-sels sont probablement neutres, comme je me suis efforcé de le montrer pour le sous-nitrate de cuivre; tous ont en effet de l'analogie avec ce sel par leur peu de solubilité et leurs autres propriétés, tandis qu'ils en offrent à peine Phosphates.

avec ces classes de phosphates et d'arseniates qui possèdent réellement plus d'un atome de base : voici quelles sont les formules des phosphates les plus importants :

Phosphate monobasique d'eau (*métaphosphate d'eau*) $\dot{H}\ \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$.

Phosphate monobasique de soude (*métaphosphate de soude*) $\dot{Na}\ \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$.

Phosphate bibasique d'eau (*pyrophosphate d'eau*) $\dot{H}^2\ \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$.

Phosphate bibasique de soude et d'eau (*bipyrophosphate de soude*) $\dot{Na}\ \dot{H}\ \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$.

Phosphate bibasique de soude (*pyrophosphate de soude*) $\dot{Na}^2\ \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}\ 10\dot{H}$.

Phosphate tribasique d'eau (*phosphate ordinaire d'eau*) $\dot{H}^3\ \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$.

Phosphate tribasique d'eau et de soude (*biphosphate de soude*) $\dot{Na}\ \dot{H}^2\ \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}\ 2\dot{H}$.

Phosphate tribasique de soude et d'eau (*phosphate de soude*) $\dot{Na}^2\ \dot{H}\ \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}\ 24\dot{H}$.

Phosphate tribasique de soude, d'ammoniaque et d'eau (*sel microcosmique*) $\dot{Na}\ \dot{NH}^4\ \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}\ 8\dot{H}$.

Phosphate tribasique de magnésie et d'eau (*phosphate de magnésie*) $\dot{Ma}\ \dot{H}^2\ \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}\ 12\dot{H}$.

Phosphate tribasique de magnésie et d'ammoniaque (*phosphate ammoniaco-magnésien*) $\dot{Ma}^2\ \dot{NH}^4\ \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}\ 2\dot{H} + 10\dot{H}$.

Mon intention est de rejeter à jamais les noms de *pyrophosphates, métaphosphates et phosphates*

ordinaires, qui tendraient à faire penser que l'acide phosphorique est d'une nature différente dans ces classes de sels, ou qu'il y est modifié d'une manière inconnue.

Le phosphate d'eau bibasique est d'une stabilité très-grande.

Les phosphates bibasiques de potasse et d'ammoniaque ne peuvent exister qu'en dissolutions.

Le *sel microcosmique* n'est pas un sel double, mais un triphosphate à trois bases différentes. Par une chaleur bien ménagée on peut le changer en phosphate tribasique anhydre $\dot{\text{Na}}\,\dot{\text{H}}^{2}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\text{P}}$.

Le phosphate tribasique de zinc et d'eau $\dot{\text{Zn}}^{2}\,\dot{\text{H}}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\text{P}}\,2\dot{\text{H}}$ est en petites lames argentines très-peu solubles. Il perd ses deux atomes d'eau constituante un peu au-dessus de la chaleur de la fusion de l'étain. A la chaleur rouge il devient anhydre et il se fond, mais il est toujours soluble dans les acides étendus.

Le phosphate tribasique de magnésie et d'eau exige mille fois son poids d'eau chaude environ pour se dissoudre et cristallise en prisme. Il perd 8 at. d'eau à 100°.

Le phosphate ammoniaco-magnésien ne renferme qu'un atome d'ammoniaque, et non pas deux, comme l'avait admis M. Riffaut. Cet alcali remplace l'atome d'eau basique que contient le sel précédent.

Sulfates et chromates.

J'ai fait voir que les prétendus bisulfates ne sont que des sulfates doubles, neutres, dont l'eau est une base. Mais d'un autre côté M. H. Rose a montré que l'acide sulfurique anhydre peut se combiner avec les sulfates neutres et avec les

chlorures alcalins. Ces combinaisons sont différentes du bisulfate et doivent être considérées comme des sels neutres dans lesquels la base est un sulfate neutre ordinaire.

L'acide chromique, qui est isomorphe avec l'acide sulfurique, forme des combinaisons analogues avec le chromate jaune de potasse (chromate rouge) et avec le chlorure de potassium (sel de M. Péligot) : mais il paraît que ces combinaisons ne sont pas détruites par l'eau, parce que l'acide chromique a moins d'affinité pour ce liquide que n'en a l'acide sulfurique.

Chlorures. Les chlorures de la classe des oxides magnésiens retiennent constamment et assez fortement 2 at. d'eau, que l'on peut considérer comme *eau de constitution*. Mais plusieurs oxides de cette classe contiennent 2 ou 4 at. d'eau de plus, la proportion d'eau suivant toujours un multiple de deux.

Le chlorure de cuivre, à la composition $CCl\dot{H}^2$, perd toute son eau et devient brun à 100°.

La formule du chlorure de manganèse est $Mn\,Cl\,\dot{H}^2\,2\dot{H}$. Il en est de même pour le protochlorure de fer.

Le chlorure de magnésium est $Mg\,Cl\,\dot{H}^2\,4\dot{H}$.

Le chlorure de calcium renferme 2 at. d'eau de plus.

Le chlorure de cuivre et d'ammonium $NH^4\,Cl\,Cu\,Cl\,\dot{H}^8$, est moins soluble que le chlorure de cuivre simple, et il retient son eau plus fortement.

---

40. *Action de l'acide nitrique sur les* SULFATES; par M. Reinsch. (Répert. de Ch., t. 1, p. 386.)

L'acide nitrique a à peu près la même affinité pour les bases que l'acide sulfurique. Si l'on dissout du sulfate de potasse dans de l'acide nitrique et que l'on concentre la dissolution à chaud, il se dépose du nitre par le refroidissement.

Si à une dissolution de quatre parties de nitre on ajoute deux parties d'acide sulfurique, la liqueur concentrée par la chaleur laisse déposer des cristaux de nitre en se refroidissant, mais si l'on double la proportion d'acide sulfurique, la dissolution fournit des cristanx de bisulfate de potasse par l'évaporation et le refroidissement.

L'acide nitrique décompose le sulfate de chaux en le dissolvant.

---

41. *Manière de découvrir de petites quantités de* CHLORURES MÉTALLIQUES *dans de grandes quantités de bromures et d'iodures;* par M. H. Rose. (Ann. der Phar., t. 40, p. 632.)

Il est très-facile de découvrir de petites quantités de bromures et d'iodures dans de grandes quantités de chlorures; mais il est au contraire fort difficile de reconnaître la présence d'une très-petite quantité de chlore dans une grande quantité de bromures ou d'iodures. Voici le moyen qui me paraît le meilleur.

Pour éprouver un bromure, on en introduit une petite quantité ($\frac{1}{2}$ gr. ou 1 gramme tout au plus), avec du chromate de potasse dans une petite cornue tubulée, à laquelle on adapte, à l'aide d'un bouchon de liége, un récipient con-

tenant de l'ammoniaque, on verse de l'acide sulfurique concentré et fumant dans la panse de la cornue par la tubulure, et l'on chauffe graduellement. S'il y a du chlorure dans le bromure il se forme du chromate de chloride de chrôme qui se volatilise, et qui en se dissolvant dans l'ammoniaque donne une liqueur jaune de chromate. Si la quantité en est très-petite, on évapore la liqueur à siccité, et l'on essaie le résidu au chalumeau avec du phosphate de soude pour constater la présence du chrôme. Comme il se dégage une certaine quantité de chlore dans l'opération, ce procédé ne peut pas servir pour le doser. Lorsque le bromure ne contient pas de chlorure il ne se dégage que du brôme, qui en se dissolvant dans l'ammoniaque produit une liqueur incolore.

L'iodure mêlé avec du chromate de potasse, et traité par l'acide sulfurique, ne laisse dégager que de l'iode, et de plus il empêche la formation du chromate de chloride de chrôme, lorsqu'il est mélangé de chlorure. On ne peut donc reconnaître la présence d'un chlorure dans un iodure par le moyen que je viens de décrire. Il faut nécessairement avoir recours à l'ammoniaque, après avoir précipité la dissolution par le nitrate d'argent, le chlorure se dissout en totalité, et il est facile d'en reconnaître la présence dans la liqueur ammoniacale.

---

42. *Sur la préparation du* SODIUM ; par M. Schœdler. (An. der Phar., t. 20, p. 2.)

Au mois de février de l'année 1836, M. le professeur Liebig fit répéter à plusieurs reprises, dans le laboratoire de Giessen, la préparation du so-

dium, et les phénomènes qui se manifestèrent dans ces travaux firent apporter au procédé ordinaire, des modifications qui eurent une influence essentielle sur la quantité obtenue de ce métal si cher.

On ne trouve dans aucun ouvrage des données spéciales sur la préparation du sodium : on se contente de renvoyer au procédé indiqué pour celle du potassium ; force fut donc de tenter plusieurs modes de préparation avant de se fixer sur l'un d'eux. Celui qui a paru réunir le plus d'avantages est le suivant : à une livre de carbonate de soude, provenant de la combustion de trois livres d'acétate de soude cristallisé, et réduit en poudre aussi fine que possible, on mêle très-intimement un quart de livre de charbon finement pulvérisé ; on ajoute ensuite peu à peu à ce mélange encore une demi-livre de poudre de charbon plus grossière. Le premier est destiné, avec le charbon contenu déjà dans le sel employé, à opérer la réduction ; le charbon moins fin empêche la fluidification et la réunion facile de la masse, qui peut bien devenir pâteuse et se boursoufler, mais qui reste assez poreuse pour offrir un passage au gaz, et enlever aux vapeurs de sodium les impuretés qu'elles entraînent. La distillation s'opère dans une bouteille à mercure en fer forgé, laquelle est unie par un tube en fer à un récipient de cuivre, contenant de l'huile de pétrole. Une livre de carbonate de soude a fourni quatre onces et demie de sodium.

Dans ce procédé on n'a presque pas besoin de nettoyer le canon : il suffit d'y introduire de temps en temps une tige en fer à vives arêtes pour pouvoir juger de la marche du travail par la quantité

de globules de sodium qui s'y déposent; vers la fin de l'opération, cependant, l'orifice du tube se rétrécit, parce qu'il s'y amasse de la soude provenant de la combustion du métal; mais cette circonstance est peu importante.

On trouve dans le récipient le métal en grains arrondis le plus souvent, quelquefois réuni en forme de grappes, principalement lorsque la distillation a marché rapidement. Les globules varient de la grosseur d'un pois à celle d'un grain de raisin moyen, et sont formés de métal presque pur, propre à la majeure partie des usages; une seconde distillation, qui est toujours accompagnée de perte, n'est pas nécessaire. On ne trouve dans le récipient que très-peu de la masse noire que les autres procédés essayés fournissaient en abondance, et qui est principalement formée d'un mélange de carbonate de soude, de charbon et de particules de sodium, et cette petite quantité est en majeure partie divisée sous forme pulvérulente dans l'huile de pétrole.

Si l'on veut réunir en plus grandes masses les petits fragments de métal obtenus, ou bien les soumettre à un procédé de purification très-commode, on les enferme dans un morceau de toile pas trop fine, mais cependant assez forte, et on place le nouet dans de l'huile de pétrole bouillante. Aussitôt que le sodium est fondu, il se laisse exprimer comme le mercure, et on peut alors introduire la masse fluide dans des tubes de verre secs, que l'on ferme aussitôt hermétiquement, ou bien lui donner toute autre forme que l'on veut. Un cylindre de sodium, de l'épaisseur d'un bon pouce, a montré dans sa cassure une texture cristalline et de nombreux cubes bien

nets; de sorte qu'avec des masses un peu plus considérables, on pourrait obtenir des formes aisément déterminables.

Il faut aussi faire mention d'un soin qu'il est nécessaire de prendre relativement à la ferrure et à la maçonnerie, exposées au feu le plus ardent. Un revêtement protecteur pour toutes deux offre un grand avantage; on se sert à cet effet d'un enduit composé d'un mélange de deux parties de creuset de Hesse pilé, et d'une partie de terre de pipe aussi pulvérisée, dans lequel on incorpore de la bourre, en le pétrissant avec de l'eau : on en recouvre les parois préalablement humectées du fourneau et les barreaux de fer. Pour que la bouteille puisse durer plus longtemps, on commence par l'entourer d'un réseau de fil de fer, puis on la revêt du même enduit. Après que celui-ci a été séché à l'air, il devient complétement solide par l'action d'une très-douce chaleur. Une fois que le travail est terminé, il offre la dureté de la pierre et l'aspect des creusets de Hesse.

Il reste encore à parler d'une précaution que l'on doit observer pour adapter le récipient contenant l'huile de pétrole. Lorsque la flamme des gaz qui se dégagent de la bouteille commencent à devenir d'un jaune intense, et qu'une tige de fer introduite dans la bouteille en est retirée couverte de globules de sodium, c'est le moment d'adapter le vase à l'huile de pétrole. Celle-ci se trouve, comme on sait (*voyez* les descriptions de Berzélius et de Mitscherlich), dans une cuve ovale en cuivre, munie d'un couvercle de même métal, qui porte un ajutage pour recevoir le canon, et offre des ouvertures pour introduire la tige de fer et pour le dégagement des gaz. Si l'on adapte ce

récipient sans autre précaution, le gaz en ignition ou les particules du sodium enflamment la vapeur d'huile de pétrole qu'il contient, et alors le couvercle est quelquefois lancé avec la plus grande violence, de sorte que non-seulement on court risque de perdre le contenu du récipient, mais qu'encore l'opérateur lui-même est exposé à un accident. Mais si préalablement on enflamme à dessein l'huile de pétrole, et qu'ensuite on enfonce le couvercle dans la cuve en l'adaptant au tube, toute cause d'explosion disparaît, parce que le manque d'air rend la combustion impossible.

La glace est très-commode pour rafraîchir le récipient, toutefois, un filet d'eau froide répandu sur toute sa surface remplit suffisamment le même but.

Les bouteilles de fer à mercure qui sont employées à ces distillations, durent plus ou moins longtemps, quelques-unes peuvent supporter plusieurs opérations : mais il est prudent de n'y pas mettre plus d'une livre de sel de soude; autrement on court le risque qu'elles ne puissent supporter le feu soutenu, nécessaire pour obtenir tout le sodium. En outre, l'opérateur lui-même ne pourrait guère endurer la longue exposition à une si forte chaleur.

Le combustible peut varier suivant les circonstances; on cherche dans tous les cas à porter le plus promptement possible la bouteille au rouge blanc, et à l'entretenir avec la plus grande attention en cet état. C'est le travail le plus important durant toute la préparation; s'il est bien conduit, trois à quatre heures suffisent pour terminer l'opération.

---

43. *Sur un* SILICATE DE SOUDE CRISTALLISÉ; par M. Hermann. (Journ. d'Erdmann, t. 12, p. 294.)

Dans la purification en grand de la soude brute j'ai retiré plusieurs fois, en quantité considérable, des dernières eaux-mères, un sel cristallisé en rhomboèdres ayant une forte réaction alcaline. J'ai trouvé ce sel composé de :

Silice.	0,22666	0,229	2 at.
Soude.	0,22959	0,233	3
Eau.	0,54375	0,538	24
	1,00000	1,000	

44. *Nouveau mode de préparation du* BICARBONATE DE POTASSE; par M. Wöhler. (An. de Pog., t. 41, p. 392.)

Le charbon, mélangé avec le carbonate de potasse, facilite extrêmement, par sa porosité, l'absorption du gaz acide carbonique. Si l'on carbonise du tartre brut dans un creuset couvert, qu'on humecte la masse avec de l'eau, et que l'on dirige sur celle-ci un courant de gaz acide carbonique, l'absorption se fait avec une telle force, que la masse s'échauffe considérablement, et qu'il faut l'entourer d'eau pour la refroidir.

Quand on est arrivé au terme de la saturation, on lave la masse avec la plus petite quantité d'eau possible, à + 30 ou + 40°; et par le refroidissement de la dissolution filtrée, le bicarbonate de potasse se dépose en beaux cristaux.

45. *Moyen de reconnaître au chalumeau la présence de la* POTASSE *et de la* SOUDE *dans une solution*; par le Dr Clarke. (Phil. mag., mai 1837.)

On trempe un fil de platine dans une solution concentrée du sel à examiner, et on l'expose ensuite à la flamme du chalumeau, ou même à la flamme d'une lampe à alcool. La potasse colore cette flamme en violet, et la soude en jaune verdâtre. Ces colorations sont sensibles, lors même que la solution ne renferme qu'un centième de la matière saline.

---

46. *Sur les réactions de la* LITHINE *au chalumeau, en présence de la potasse et de la soude*; par Pleischel. (Baumgartner's zeitschrift, IV, 1.)

On reconnaît la lithine dans les essais au chalumeau par la couleur rouge qu'elle donne à la flamme, j'ai voulu savoir jusqu'à quel point ce caractère était sensible quand la lithine était mélangée avec de la potasse ou de la soude.

J'ai reconnu que 1 partie d'acétate de lithine, chauffée avec $4 \frac{1}{2}$ de crème de tartre, donnait une coloration rouge bien prononcée, qui avait lieu également, quoique d'une manière moins nette, quand on augmentait la proportion de crème de tartre jusqu'à 11 parties. En augmentant encore la quantité de crème de tartre, le réaction de la potasse prend le dessus.

Les sels de soude dissimulent très-promptement les réactions de la lithine, même quand ils sont en petites proportions. Ainsi 1 partie d'acé-

tate de lithine, et $\frac{1}{10}$ de sel marin, ne donne que la couleur jaune de la soude. Ce n'est qu'en diminuant la quantité du sel de soude jusqu'à $\frac{1}{200}$ que la flamme commence à se colorer un peu en rouge.

On voit d'après cela que la coloration en rouge de la flamme au chalumeau est un caractère extrêmement incertain pour prononcer sur la présence de la lithine, puisqu'une trace de matière sodique suffit pour la faire disparaître complétement.

---

47. *Synthèse de l'*AMMONIAQUE; par M. R. Hare. (Phil. Mag., septembre 1837.)

On introduit dans une cloche de verre à robinet 2 volumes de bi-oxide d'azote et 5 volumes d'hydrogène. Au fond d'une cornue de verre tubulée, dont le bec un peu recourbé plonge d'une petite quantité dans l'eau d'un verre, on place un morceau d'éponge de platine, on fait passer hermétiquement au travers de la tubulure un tuyau de plomb qui est adapté au robinet de la cloche : ce tuyau est terminé par un tube de cuivre ou de verre percé d'un trou de la grandeur d'une aiguille à coudre, et que l'on met presque au contact de l'éponge de platine.

Tout étant ainsi disposé, on ouvre le robinet, on abaisse peu à peu la cloche dans la cuve pneumatique pour faire passer le mélange gazeux dans la cornue. Aussitôt que l'air est chassé, ce que l'on reconnait à la disparition des fumées rouges qui résultaient de la réaction du bi-oxide d'azote et de l'oxygène, on continue à faire passer le mélange gazeux bulle à bulle, et l'on tient en même temps

un charbon rouge tout près de la partie de la cornue que touche l'éponge de platine. Le métal devient incandescent, on voit apparaître des fumées blanches dans la cornue, et si l'on n'accélérait par le courant du gaz, il y aurait absorption d'eau. Après l'expérience on trouve que l'eau du verre renferme de l'ammoniaque et qu'elle en exhale l'odeur.

On peut substituer à l'éponge de platine un morceau d'asbeste que l'on a plongé dans une solution de chlorure de platine, et que l'on a chauffé ensuite au rouge, ou même tout simplement un morceau de charbon trempé dans une solution de chlorure de platine.

---

48. *Action de l'*ACIDE SULFUREUX *sur l'*AMMONIAQUE; par M. Forchhammer. (Acad. des Scien., septembre 1837.)

Lorsque l'on fait agir l'un sur l'autre de l'ammoniaque et du gaz acide sulfureux anhydres, on remarque qu'il se forme évidemment deux substances, une blanche et une autre de couleur orange, qui, quoique généralement condensées en même temps, peuvent néanmoins se voir séparées en quelques endroits du ballon. Ce n'est donc pas du sulfate anhydre d'ammoniaque qui se produit. La substance rouge a toute l'apparence d'un sulfure, et cette supposition conduit à penser que l'acide sulfureux se change en soufre et en acide sulfurique, et que le sel blanc qui se dépose n'est autre chose que du sulfate d'ammoniaque hydraté, et la substance orangée une combinaison de soufre, d'hydrogène et d'azote équivalant à un *sulfure d'amide*. Effectivement on reconnaît que

2 at. d'ammoniaque (Az^4H^{12}), et 2 at. d'acide sulfureux (S^2O^4) égalent 1 at. de sulfate d'ammoniaque ($Az^2H^8O + SO^3$), et 1 at. de sulfure d'amide (Az^2H^4,S); mais en dissolvant le mélange dans l'eau, le sulfure prend 2 at. de ce liquide (H^4O^2) et se transforme en hyposulfite d'ammoniaque (Az^2H^8O,SO).

Or, M. H. Rose a parfaitement démontré que la dissolution des substances dans l'eau se compose effectivement de sulfate et d'hyposulfite d'ammoniaque. Et, de mon côté, j'ai constaté que la dissolution renferme l'acide sulfurique et l'acide sulfureux dans la proportion de 1 at. de chacun, comme cela doit être, et de plus que la présence de l'eau développe dans la substance une forte réaction alcaline, ce qui pouvait se prévoir en admettant la supposition que j'ai faite, puisqu'un atome d'acide sulfureux doit former un sel basique avec 1 at. d'ammoniaque.

---

49. *Sur le* SULFITE ANHYDRE D'AMMONIAQUE; par M. H. Rose. (Ann. de Pog., t. 42, p. 415.)

J'ai annoncé dans le temps qu'en faisant arriver ensemble, dans un vase bien sec, du gaz acide sulfureux et du gaz ammoniaque, il se formait un composé cristallin jaune que je considérais comme un sulfite anhydre d'ammoniaque. Je ne me suis pas occupé à cette époque de l'analyse de ce produit, parce que cela me paraissait inutile. Depuis comme on a émis quelques doutes sur la nature de ce corps, je me suis déterminé à reprendre son étude, et j'ai constaté que les deux gaz se combinaient, à volumes égaux, sur le mercure. Je n'ai pas alors publié ces observations. Aujourd'hui

M. Forchhammer, de Copenhague, cherche à démontrer que, par la réaction de l'acide sulfu-reux sur le gaz ammoniaque, il ne se forme pas un sulfite simple; mais qu'il se produit deux corps, l'un blanc et l'autre jaune, que l'on distingue très-bien et qui sont du sulfate d'ammoniaque hydraté, et un sulfamide.

Je remarquerai que toutes les fois que l'on prend les précautions nécessaires pour bien dessécher ces gaz, on n'obtient que le composé jaune avec une texture cristalline très-prononcée, sans aucune trace de matière blanche. D'un autre côté, j'ai reconnu que les deux gaz se combinaient à volumes égaux, que par conséquent le sulfite d'ammoniaque anhydre produit est un bisel, tandis que si l'on admet la décomposition de M. Forchhammer, on doit avoir :

$$N H^3 + 2 \ddot{S} = \dddot{S} \dot{H} + N H^2 S.$$

Or cette combinaison, reprise par l'eau, ne doit pas donner une réaction alcaline, comme l'a observé M. Forchhammer, mais bien une réaction fortement acide, ce que j'ai trouvé en effet.

Dans mon premier mémoire je n'ai pas voulu admettre l'existence d'un amide dans le sulfite anhydre d'ammoniaque, et cela pour diverses raisons. D'abord un sulfide $N H^2 S$, en prenant de l'eau, devrait donner un hyposulfite d'ammoniaque basique; or, jusqu'à présent nous ne connaissons aucun exemple d'hyposulfite basique, et les amides que nous connaissons actuellement, tels que l'oxamide, la benzamide, etc., etc., ne produisent, en se décomposant, que des sels ammoniacaux neutres. Enfin j'ai remarqué que l'on pouvait transporter sur la potasse l'acide sulfureux du sulfite

anhydre d'ammoniaque, et que, dans cette nouvelle combinaison, l'acide présentait encore ce caractère anomal de se changer, par certains réactifs, en acides sulfurique et hyposulfureux. C'est ce caractère qui m'a fait admettre que dans le sulfite anhydre d'ammoniaque il existait une isomérie de l'acide sulfureux ordinaire, et cette opinion je la conserve encore.

---

50. *Sur les* HYDRATES DE BARYTE ET DE STRONTIANE; par M. Smith. (Edimb. Journ., t. 9, p. 87.)

Il existe trois hydrates de baryte. Un atome de baryte et neuf atomes d'eau constituent celui que l'on obtient immédiatement par cristallisation. Un atome de baryte et deux atomes d'eau représentent celui que l'on obtient en chauffant le précédent à la température de 212° F. Enfin un atome de baryte et un atome d'eau constituent celui qui reste après la fusion ignée des deux autres.

Mais la strontiane ne donne naissance qu'à deux hydrates. Celui que l'on obtient immédiatement cristallisé contient neuf atomes d'eau, comme l'hydrate de baryte correspondant. A la température de l'ébullition de l'eau il perd huit atomes de ce liquide et tombe en poudre. Enfin il se change en strontiane anhydre à la chaleur rouge.

---

51. *Sur l'*HYDRATE DE MAGNÉSIE; par M. Rees. (Phil. Mag., 1837.)

Selon Bruce, l'hydrate de magnésie natif d'Amérique, contient 0,30 d'eau, et, d'après Fife, celui qui vient d'Unst en renferme 0,3025.

J'ai préparé de l'hydrate artificiel, soit en faisant digérer dans l'eau pendant 14 jours de la magnésie récemment calcinée, et la séchant ensuite au bain-marie, soit en humectant la terre et la séchant immédiatement, et, dans l'un et l'autre cas, l'hydrate qui s'est formé s'est trouvé contenir 0,3037 à 0,3059 d'eau.

On voit par ces résultats qu'il n'y a qu'un seul hydrate de magnésie, qui renferme 1 at. d'eau pour 1 at. de terre.

Le précipité obtenu par l'ammoniaque dans une solution de sulfate neutre de magnésie fournit aussi à l'analyse des proportions très-rapprochées de celles qui viennent d'être mentionnées.

52. *Moyen de séparer la* MAGNÉSIE *d'avec la chaux et l'alumine*; par M. Anthon. (Journ. d'Erdmann, 1836.)

Cette séparation se fait facilement au moyen du tungstate de soude, qui précipite la chaux et l'alumine, même quand la liqueur est un peu acide, et qui ne précipite pas la magnésie. L'acide tartrique empêche la précipitation de l'alumine.

On ne pourrait pas substituer l'acide tungstique au tungstate alcalin.

53. *Production artificielle du* RUBIS; par M. Gaudin. (Acad. des Sc., 1837.)

On sait depuis longtemps que l'alumine est fusible au chalumeau à gaz hydrogène et oxygène, mais on n'avait pas encore cherché à l'obtenir en globules de plusieurs millimètres de diamètre. J'y suis parvenu en me servant d'alun pur

ou d'alun mêlé avec du chromate de potasse.

Avec l'alun potassique pur j'ai obtenu un globule limpide tant qu'il était en fusion, et qui, par le refroidissement, est devenu opaque, et s'est trouvé tapissé intérieurement de cristaux en rhomboèdres presque cubiques. Ces cristaux rayaient le quartz, le grenat, la topaze et le rubis ordinaire. Ils devaient se composer d'alumine pure, puisque l'aluminate de potasse est complétement décomposé à une haute température.

De l'alun ammoniacal, mêlé avec 4 ou 5 millièmes de chromate de potasse, ayant été calciné et moulé en forme de calotte sphérique, en dirigeant le dard du chalumeau dans l'intérieur de cette calotte, sa surface s'est recouverte de globules d'un beau rouge de rubis légèrement translucides, et dont quelques-uns présentaient la forme et le clivage du rubis naturel. M. Malagutti les a trouvés composés de 0,97 d'alumine, 0,01 d'oxide de chrôme et 0,02 de silice et de chaux.

Pour opérer ces fusions, je me suis servi d'abord d'un chalumeau d'une seule pièce formée de deux cylindres concentriques creux en platine, communiquant chacun par l'une de leurs extrémités, l'un avec un réservoir d'hydrogène, l'autre avec un réservoir d'oxygène, tandis que les deux autres extrémités sont percées d'ouvertures convergentes destinées à mieux opérer le mélange des gaz.

Mais je réussis de même en employant tout simplement la flamme d'une lampe à alcool sur laquelle je dirige un courant de gaz oxygène.

---

54. *Sur la* TÉNACITÉ DES MÉTAUX; par M. Katmask. (C. rendu, Berz., p. 37.)

La ténacité des métaux augmente par l'étirage, et elle diminue par le recuit. Le recuit diminue la ténacité du platine de 0,02; celle de l'or fin de 0,16 à 0,43; celle de l'acier de 0,29 à 0,44; celle du fer doux de 0,44 à 0,64; celle du cuivre de 0,40 à 0,56; celle de l'argent fin de 0,44 à 0,49; celle du laiton de 0,32 à 0,47; celle de l'argentan de 0,29 à 0,36. Cette diminution de ténacité résulte de la tendance qu'ont les métaux à passer de l'état fibreux à l'état cristallin.

La ténacité de l'argentan est plus grande que celle du laiton, et elle augmente davantage par l'étirage.

Le plomb parfaitement pur est si mou, qu'à l'état de fil sa longueur se quintuple avant de se rompre.

L'étirage à froid augmente la ténacité du fer dans le rapport du simple au double.

La ténacité de l'acier est de 0,07 plus forte que celle du fer; mais l'acier se rompt par la plus légère flexion.

La ténacité d'un fil de cuivre recuit n'augmente pas par l'étirage. Au contraire, celle d'un fil non rougi augmente beaucoup et diminue ensuite par le recuit.

Un fil de laiton et un fil de fer rougi ont à peu près la même ténacité; mais la ténacité du premier augmente moins par l'étirage à froid que celle du second.

Le laiton en fil s'allonge beaucoup avant de se rompre.

55. *Sur* L'OXIDATION DES MÉTAUX *dans l'air atmosphérique*; par M. Bonsdorff. (Répert. de chim., t. 3, p. 33.)

Aucun métal ne s'oxide dans un air parfaitement sec et privé d'acide carbonique, le potassium et le sodium eux-mêmes y séjournent sans oxidation.

L'arsenic réduit en poudre fine se change peu à peu en sous-oxide brun dans l'air saturé d'humidité, et il absorbe par-là environ 11 d'oxygène pour 100. L'acide carbonique n'accélère en rien l'oxidation. Au milieu de l'air atmosphérique l'arsenic se ternit et s'oxide le plus souvent; mais il arrive aussi quelquefois qu'il se conserve intact, ce qui paraît dépendre de l'état de la surface humectée d'eau; au contact de l'air il se change en acide arsenieux, cristallisé en octaèdre. Dans l'eau complétement purgée d'air il se conserve sans altération. Arsenic.

Le bismuth se conserve sans altération dans l'air saturé d'humidité. Mis en contact avec de l'eau sous l'influence de l'air, il se forme d'abord des flocons bleus très-légers d'hydrate d'oxide et plus tard un oxide d'un jaune vif, en cristaux très-fins. Quand l'action de l'acide carbonique vient se joindre à celle de l'air, il se produit çà et là des cristaux bleus écailleux, composés, selon toute apparence, d'un hydrate et d'un carbonate de bismuth. Bismuth.

Quand les morceaux de bismuth sont entièrement plongés dans l'eau, ils se recouvrent d'un corps mat cristallin, qui doit être un sous-oxide.

Dans l'air saturé d'humidité, le plomb se couvre promptement d'une pellicule d'oxide d'un Plomb.

gris mat, en passant par les couleurs brune, jaunâtre, bleue, verte, rouge et violette. La chaleur accélère beaucoup l'oxidation.

Le plomb placé dans de l'eau, au contact de l'air privé d'acide carbonique, donne naissance à de l'hydrate d'oxide qui se dissout dans 7,000 parties de liquide. Mais, pour que ce phénomène ait lieu, il faut que l'eau soit parfaitement pure, la présence de la plus faible trace de sel, d'acide, ou d'alcool, mettrait obstacle à l'oxidation; il faut pourtant excepter les nitrates, qui ne l'arrêtent que quand ils sont en grande proportion. Pour que l'hydrate de plomb se produise, il faut encore que le métal reste dans l'eau dans un repos parfait; si on l'agite rapidement pendant quelques instants, il ne se forme plus que du sous-oxide.

Le plomb recouvert de sous-oxide est absolument inattaquable par l'eau aérée, même en présence de l'acide carbonique.

Le plomb bien décapé, mis dans l'eau au contact de l'air atmosphérique ordinaire non purgé d'acide carbonique, se recouvre très-promptement d'une poudre blanche, dont la quantité augmente peu à peu; cette poudre est de l'hydro-carbonate de plomb et non pas du carbonate de plomb anhydre. Elle ne change pas de nature au contact de l'acide carbonique, elle ne peut pas remplacer la céruse dans la peinture à l'huile comme on l'avait cru en Angleterre. Elle est composée de

Oxide de plomb.	0,878
Acide carbonique. . . .	0,087
Eau.	0,035

La présence de l'eau à l'état liquide est indispensable pour la production de l'hydro-carbonate de plomb. Dans l'air saturé d'humidité, et contenant

jusqu'à 0,01 d'acide carbonique, il ne se forme que du sous-oxide.

Au bout d'un très-long temps la surface du plomb placé sur l'eau au contact de l'air, présente dans quelques parties, outre le suboxide et l'hydro-carbonate, des taches rouges d'oxide de plomb.

---

56. *Sur la combustion de quelques* MÉTAUX *dans le soufre;* par M. Wenkelblech. (Ann. der Phar., t. 21.)

Le maximum d'affinité de tous les corps, regardés comme simples, pour l'oxygène n'a lieu qu'à une température plus élevée que celle qui est nécessaire pour le chlore. Si l'on excepte le phosphore et quelques métaux facilement inflammables, on voit qu'à la température ordinaire aucun corps ne se combine à l'oxygène avec une vive lumière, tandis qu'à la température de la glace le chlore contracte avec beaucoup de corps des combinaisons qui sont accompagnées d'un grand développement de lumière.

Le soufre semble tenir le milieu entre l'oxygène et le chlore. En effet, la température nécessaire pour que son affinité devienne telle qu'il y ait combinaison avec une apparition de lumière, n'atteint guère que quelques degrés au-dessus du point de sa fusion. Un très-petit nombre de corps nécessitent cependant la chaleur rouge; tels sont le fer et le zinc.

Le cuivre fait au contraire une exception frappante à cette règle; car on peut le combiner avec le soufre à la température ordinaire; mais il faut pour cela que les deux substances se trouvent

dans un état de division extrême, et qu'on les mélange exactement dans la proportion de 2 at. du premier pour 1 at. du second : alors, en les triturant doucement ensemble, aussitôt que la masse est devenue homogène, elle s'échauffe jusqu'au rouge-brun, et il se produit un sulfure, qui est d'un bleu magnifique. Le soufre doit avoir été préparé par précipitation, et le cuivre par réduction de son carbonate au moyen du gaz hydrogène.

Le sodium jouit de la même propriété que le cuivre, ce qui est d'autant plus remarquable qu'il n'éprouve la combustion dans le chlore qu'au-dessus du point de l'ébullition du mercure.

Le nickel, mêlé avec du soufre en proportions atomiques, s'embrase quand on touche un des points de la masse du mélange avec un corps chauffé au rouge. Il est le seul métal qui jouisse de cette propriété.

Le cuivre, le nickel, le fer, l'étain, le plomb, brûlent dans le soufre en vapeur, quand ils sont en fils ou en feuilles très-minces, ou réduits en limaille fine.

---

57. *Observations sur la précipitation de quelques* DISSOLUTIONS MÉTALLIQUES PAR L'HYDROGÈNE SULFURÉ; par M. Hugo Reinsch. (Jour. der Phar., t. 23, p. 240.)

L'hydrogène sulfuré sans excès précipite en noir toutes les dissolutions de plomb dans des oxacides; mais si l'on acidifie ces sels par de l'acide hydrochlorique pur, le précipité est d'abord jaune, et noircit par l'addition d'un excès d'hydrogène sulfuré.

le précipité est rouge quand on ajoute en même temps de l'acide nitrique.

Le précipité jaune est un chlorosulfure de plomb, que l'eau décompose en en séparant le chlorure. Le précipité rouge est aussi un chlorosulfure, mais dans lequel le sulfure contient plus de soufre que le sulfure ordinaire.

Une dissolution de cuivre aiguisée d'acide muriatique donne par l'hydrogène sulfuré un précipité vert bleu, qui est aussi un chlorosulfure.

Lorsqu'on fait passer un courant d'hydrogène sulfuré suffisant dans une dissolution de chlorure de zinc aiguisée d'acide hydrochlorique, il se forme également un précipité de chlorosulfure, qui est blanc et qui se dissout dans l'acide sulfurique avec un fort dégagement d'hydrogène sulfuré.

---

58. *De l'action du* CHLORE SUR LES SULFURES MÉTALLIQUES, *et sur un chlorure de soufre correspondant à l'acide sulfureux*; par M. H. Rose. (Ann. de Pog., t. 42, p. 517.)

J'ai depuis longtemps remarqué qu'en mélangeant les chlorides d'étain ou de titane avec du chlorure de soufre dans des flacons bien bouchés, que l'on soumet ensuite pendant un certain temps au froid, il se forme des cristaux jaunes, qui se dissolvent de nouveau quand la température vient à s'élever. Il m'a paru important de déterminer avec soin la composition de ces substances cristallisées, et d'étudier dans quel rapport le chlore et le soufre s'y trouvent combinés. J'ai fait il y a quelque temps un grand nombre d'expériences pour obtenir un chlorure de soufre plus chloruré

que le chlorure ordinaire, et dans ce but je faisais passer du chlore à travers du chlorure de soufre séparé par distillation de l'excès de soufre qu'il renferme toujours, mais je n'ai pas pu parvenir par ce moyen à une combinaison constante. Il m'a paru probable au contraire que ce perchlorure devait pouvoir exister en combinaison avec d'autres chlorures. Cette considération m'a surtout déterminé à entreprendre l'étude des chlorures doubles dont je viens de parler.

Le procédé que j'ai employé pour les préparer n'est pas celui que j'ai indiqué, il serait trop difficile de séparer les cristaux du chlorure de soufre en excès, car ils se décomposent avec la plus grande facilité au contact de l'air. Mais je suis parvenu à obtenir des produits très-purs en traitant les sulfures métalliques par un courant de chlore.

Sulfure d'étain. Quand on fait passer du chlore sur de l'or mussif sans chauffer, celui-ci fond d'abord, puis se change en une masse cristalline. On obtient celle-ci tout à fait pure et exempte des impuretés qui peuvent salir l'or mussif en employant la disposition suivante : le sulfure d'étain est placé dans une boule à laquelle sont soudés deux tubes, dont l'un amène le courant de chlore, préalablement desséché par du chlorure de calcium, et dont l'autre, beaucoup plus large, sert à recueillir la substance aussitôt qu'elle est formée : ce tube, plus large, est étranglé à ses deux extrémités. On fait arriver le chlore, et l'on chauffe en même temps légèrement la boule qui renferme le sulfure métallique, la substance se volatilise et vient se rendre dans le large tube. Quand celui-ci en renferme une quantité suffisante, on fait arriver un

courant d'air sec qui enlève l'excès du chlore, et l'on étire le tube par les deux bouts.

Cette combinaison forme des cristaux bien distincts, mais dont il serait difficile de déterminer la forme. Elle donne des fumées épaisses à l'air, et se dissout dans l'eau en rendant celle-ci laiteuse, par le soufre qui se dépose. Voici les résultats que j'ai obtenus dans plusieurs analyses faites sur cette substance :

Etain	0,1921	0,1952	0,2073
Chlore	0,6918	0,6818	0,6720
Soufre (par différence).	0,1161	0,1230	0,1207
	1,0000	1,0000	1,0000

qui s'accordent suffisamment avec la composition théorique suivante :

1 at.	Etain.	0,1938
12	Chlore. . . .	0,7001
2	Soufre. . . .	0,1061
		1,0000

En dissolvant la substance dans l'eau et décomposant par l'hydrogène sulfuré, on obtient un précipité jaune, qui montre que l'étain existe dans la dissolution à l'état de chloride. La formule de la substance est donc $Sn\,Cl^2 + 2\,S\,Cl^2$; on rencontre donc ici un chlorure de soufre qui seul présenterait la composition suivante :

Soufre. . . .	0,1852
Chlore. . . .	0,8148
	1,0000

mais qui probablement ne peut pas être obtenu isolé. Au reste le chlorure double précédent ne peut pas absorber davantage de chlore ; il ne su-

bit pas d'altération quand on l'abandonne dans un flacon plein de chlore.

Les produits de la décomposition par l'eau sont du chloride d'étain, de l'acide hydrochlorique, des acides sulfurique et hyposulfureux.

Sulfure de titane.

Si l'on fait passer du chlore gazeux sur du sulfure de titane, on obtient d'abord une dissolution jaune qui se prend ensuite en une masse amorphe sans trace de cristallisation. Cette masse répand d'abondantes vapeurs à l'air, se décompose par l'eau en acides titanique, hydrochlorique, sulfurique et hyposulfureux.

Cette substance m'a donné :

Titane. . . .	0,1558	0,1773	0,2087	0,1956
Soufre. . . .	0,0908	0,0623	0,0370	0,0408
Chlore. . . .	0,7534	0,7631	0,7558	0,7731
	1,0000	1,0027	1,0015	1,0095

Les différences que l'on remarque dans ces analyses sont trop grandes pour qu'on puisse les attribuer à des erreurs d'analyse, elles tiennent évidemment à ce que la substance ne présente pas de composition constante.

D'après la formule $Ti\,Cl^2 + 2\,S\,Cl^2$, on devrait avoir :

Titane	0,0903
Soufre	0,1197
Chlore.	0,7900
	1,0000

Je crois pouvoir conclure de là que le chloride de titane se combine avec le chlorure de soufre $S\,Cl^2$, mais que la combinaison se défait par la légère chaleur que l'on est obligé d'employer pour la volatiliser.

Les produits liquides, que l'on obtient d'abord, en traitant les sulfures d'étain et de titane par le chlore, sont très-probablement des combinaisons des chlorides métalliques avec un chlorure de soufre inférieur.

En soumettant au même traitement par le chlore du sulfure d'antimoine, on voit que celui-ci n'est pas attaqué à froid. Mais, pour peu que l'on vienne à chauffer, l'action commence et la matière se change en un liquide brun, qui se transforme ensuite en une masse pulvérulente blanche. Cette masse fond si l'on chauffe davantage; mais elle ne peut pas être volatilisée sans décomposition. Aussi m'a-t-il été impossible d'obtenir un produit constant. Une analyse m'a donné: Sulfure d'antimoine.

Antimoine	0,2567
Soufre	0,0763
Chlore.	0,6670
	1,0000

C'est très-probablement le composé $Sb\ Gl^5 + 3\ S\ Gl^2$, mélangé avec une certaine quantité de chlorure d'antimoine.

De tous les sulfures métalliques, les plus facilement attaquables par le chlore sont les sulfures d'arsenic. Des morceaux entiers d'orpiment exposés à froid dans un courant de chlore se changent en un liquide brun. Ce liquide brun n'absorbe pas davantage de chlore. Il m'a donné la composition suivante : Sulfure d'arsenic.

Chlore	0,6310
Soufre.	0,1398
Arsenic (par différence).	0,2292
	1,0000

qui correspondrait à la formule $As\ Gl^3 + 3\ S\ Gl$,

et qui ne renfermerait plus le chlorure de soufre que nous avons trouvé dans les chlorures doubles précédents, mais qui renfermerait le chlorure SGl, que je n'ai pas réussi à préparer directement, mais que M. Dumas paraît avoir obtenu.

Sulfure de sélénium.

Du sulfure de sélénium obtenu en précipitant une dissolution d'acide sélénieux par de l'hydrogène sulfuré, traité par le chlore, s'est comporté absolument comme un mélange de soufre et de sélénium, et a donné une masse blanche de chloride de sélénium et de chlorure de soufre. En chauffant légèrement on parvient à séparer complétement celui-ci et à obtenir le chloride de sélénium sensiblement pur.

J'ai cru d'abord que les combinaisons dont il vient d'être question pouvaient être considérées comme des chlorosels, analogues aux sulfosels. Mais j'ai bientôt abandonné cette idée, en remarquant que le chlorure de soufre ne se combinait qu'avec les chlorides électro-négatifs, et ne pouvait pas former de composés analogues avec les chlorures électro-positifs. Les sulfures de cuivre, de plomb, ne sont attaqués que très-difficilement par le chlore, et on n'obtient pour résidu que des chlorures simples. Le sulfure de manganèse, qui est si facilement attaqué par les acides même les plus faibles, est à peu près inattaquable par le chlore. Le sulfure de chrôme se comporte de même. La raison de cette anomalie tient peut-être à ce que ces métaux ne peuvent pas former de chlorures supérieurs à $Mn\,Gl^2$ et $CrGl^3$.

Nous venons de voir que le sulfure d'antimoine n'était pas attaqué à froid par le chlore, pas plus que les sulfures électro-positifs de plomb, de cuivre, etc. ; les combinaisons de ces sulfures entre

eux, qui sont de véritables sulfosels, sont au contraire facilement attaquées par le chlore, même à froid. C'est ce qui rend l'analyse de ces sulfures doubles si facile à exécuter par le chlore gazeux. Ce procédé ne réussirait pas au contraire pour les sulfures électro-positifs, ni pour les arséniosulfures ou antimoniosulfures, qui sont très-difficilement attaqués par le chlore.

Je remarquerai que le chlorure SCl^2 n'est pas le chlorure de soufre le plus chloruré, je suis parvenu à en préparer un qui correspond à l'acide sulfurique et qui dans l'eau se change en acides sulfurique et hydrochlorique.

Chlorures de soufre.

Le chlorure de soufre présente plusieurs anomalies dans ses propriétés. Ainsi tous les chlorures volatils en général, traités par l'eau, se décomposent en acide hydrochlorique et en oxacide formé par le radical du chlorure et l'oxygène provenant de la décomposition de l'eau. Un très-petit nombre seulement de ces chlorures, comme le chlorure de tellure, laissent déposer une partie du radical; c'est ce qui a lieu toutes les fois que ce radical ne donne pas d'oxacide correspondant au chlorure décomposé. Le chlorure de soufre traité par l'eau donne toujours lieu à un dépôt de soufre, et constamment l'on trouve dans la liqueur une certaine quantité d'acide sulfurique, quelque précaution que l'on prenne pour éviter l'oxygène de l'air. Le chlorure de soufre, quelle que soit sa composition, se décompose dans l'eau en soufre qui se dépose, et en acides hydrochlorique, sulfurique et hyposulfureux. On remarquera que le chlorure SCl^2 se transforme aussi dans ces trois derniers produits. Il me paraît très-probable, d'après cela, que lors-

qu'on traite le soufre par un excès de chlore, le chlorure de soufre formé renferme le chlorure de soufre SCl^2, tenant une grande quantité de soufre en dissolution ; en continuant à faire arriver du chlore on ne parvient pas à le transformer complétement en SCl^2, parce qu'à mesure que la quantité de soufre dissous diminue, la stabilité du composé SCl^2 va également en diminuant. Néanmoins, comme le composé SCl présente tous les caractères d'une combinaison définie et qu'il se laisse distiller sans altération, il convient peut-être de le regarder comme formé de $SCl^2 + 3S$.

Quant au chlorure SCl, que je n'ai pu réussir à préparer, mais que M. Dumas paraît avoir obtenu, on peut le regarder comme la combinaison $SCl^2 + S$.

---

59. *Sur l'emploi des* SULFURES MÉTALLIQUES *préparés par la voie humide dans l'analyse chimique* ; par M. Anthon. (J. für Che., t. 10, p. 353.)

Certains oxides possèdent, comme on sait, la propriété d'en précipiter d'autres de leurs dissolutions. Les sulfures métalliques préparés par la voie humide peuvent produire le même effet : alors l'oxide précipité se transforme en sulfure, tandis que le métal du sulfure se combine à l'état d'oxide avec l'acide du sel dissout.

Il résulte des expériences que j'ai faites à l'égard de l'argent, du cuivre, du plomb, du cadmium, du fer, du nickel, du cobalt et du manganèse, que ces métaux étant rangés selon l'ordre dans lequel je viens de les nommer, le sulfure de l'un d'eux précipite les dissolutions de tous les métaux

qui le précèdent, et n'occasionne au contraire aucun changement dans les dissolutions des métaux qui le suivent. Ainsi le sulfure de nickel précipite les sels d'argent, de cuivre, de plomb, de cadmium et de fer, et ne précipite pas les dissolutions de cobalt et de manganèse.

Il y a cependant une exception, mais c'est la seule : le sulfure de fer précipite le nitrate de plomb, tandis que l'hydrochlorate et le nitrate de peroxide de fer sont précipités partiellement par le sulfure de plomb.

---

60. *Mémoire pour servir à la connaissance de l'*ARSENIC *et de ses combinaisons*; par M. Simon. (An. de Pog., t. 40 et 41.)

Lorsque l'on fait passer du sulfure d'arsenic en vapeur sur de la chaux caustique, il se dégage de l'arsenic et il se forme du sulfure de calcium, de l'arseniate de chaux et une petite quantité de sulfate de chaux.

L'arsenite de chaux se décompose par une chaleur suffisamment élevée en arsenic et en arseniate de chaux. La décomposition s'effectue difficilement dans des tubes ; mais, au contraire, elle a lieu rapidement dans des vases larges et ouverts. Chaux.

Les sels d'argent précipitent de ses dissolutions l'acide arsenique avant l'acide arsenieux.

L'arsenite de chaux basique, obtenu au moyen d'une dissolution d'acide arsenieux ou d'arsenite alcalin et d'eau de chaux, a pour formule $\dot{C}^2 \dddot{As} + 1 \frac{1}{2} \dot{H}$. L'arsenite neutre, préparé au moyen d'un sel de chaux, a pour formule $\dot{C} \dddot{As} + \frac{1}{2} \dot{H}$.

La magnésie ne décompose pas le sulfure d'ar- Magnésie

senic. *L'arsenite de magnésie* ne se change en arseniate et arsenic qu'à une très-forte chaleur.

Ammoniaque. *L'arsenite d'ammoniaque* se sublime sans se décomposer.

Potasse. *L'arsenite de potasse* laisse dégager de l'acide arsenieux par la chaleur, mais sans se transformer en arseniate.

Plomb. L'oxide de plomb absorbe l'acide arsenieux à la chaleur rouge : l'arsenite ne se décompose pas à une température plus élevée.

Argent. *L'arsenite d'argent* se décompose par la chaleur en argent métallique, acide arsenieux et arseniate d'argent.

Fer. *L'arsenite de fer* pur est décomposé par la chaleur en ses deux éléments. L'arsenite mêlé de sel ammoniac donne de l'arsenic métallique et un résidu de fer pur.

Mercure. *L'arseniate basique de protoxide de mercure* est rouge-brun et quelquefois rouge pourpre, en petits cristaux, dont le sommet est très-délié, insoluble dans l'eau, l'alcool et l'acide acétique, et soluble dans l'acide nitrique. L'acide chlorhydrique le décompose à froid en protochlorure de mercure et acide sulfurique : à chaud il se forme du perchlorure de mercure et il se sépare du mercure métallique. Il est composé de

Protoxide de mercure.	0,7852	0,7632	2 at.
Acide arsenique.	0,2148	0,2084	1
Eau.		0,0284	1

on l'obtient en précipitant une dissolution de nitrate de mercure par de l'acide arsenique ou par un arseniate. Le précipité, d'abord blanc, devient plus ou moins promptement jaune, puis orangé, puis rouge, et enfin pourpre.

Si après avoir dissout ce sel dans l'acide nitrique on en précipite une partie par l'ammo-

niaque et on rapproche la liqueur convenablement, on obtient un sel qui cristallise exactement comme le nitrate d'ammoniaque, mais qui renferme une quantité très-notable d'arseniate de mercure.

On peut obtenir un sel double composé de nitrate et d'arseniate de protoxide de mercure en faisant arriver très-lentement de l'ammoniaque dans une dissolution nitrique d'arseniate de mercure, ou en opérant la saturation de l'acide à chaud et faisant refroidir, ou enfin en ajoutant de l'acide arsenique en dissolution étendue à une dissolution passablement concentrée de nitrate de protoxide de mercure. Le sel double se compose de 3 at. d'arseniate et de 2 at. de nitrate de protoxide de mercure.

Ce sel est d'un blanc jaunâtre, cristallisable en petites houppes ou en aiguilles, insoluble dans l'eau et dans l'acide acétique, soluble dans l'acide nitrique; l'ammoniaque précipite de sa solution de l'arseniate basique. Lorsqu'on le calcine dans un tube de verre il donne un sublimé de nitrate de protoxide de mercure, puis de l'acide nitreux, et il reste de l'arseniate qui se décompose à son tour si l'on continue à chauffer.

L'arseniate neutre de protoxide de mercure est blanc, non cristallin, insoluble dans l'eau, l'alcool et l'acide acétique, soluble dans l'acide nitrique, mais en moindre proportion que le sous-sel. Par la calcination il se transforme en mercure métallique et en arseniate de bi-oxide. Il est composé de

Protoxide de mercure.	0,6463	1 at.
Acide arsenique.	0,3537	1

on l'obtient en faisant bouillir et évaporer jusqu'à siccité une dissolution d'acide arsenique avec du protoxide de mercure ou de sous-arseniate de ce protoxide, et lavant ensuite le résidu avec de l'eau.

---

61. *Notice sur les* COMBINAISONS DE L'AZOTE AVEC LES MÉTAUX, *et notamment avec le cuivre à la chaleur rouge*, par M. Pfaff. (Ann. de Pog., t. 41, p. 164.)

M. Thenard et M. Despretz ont annoncé qu'à la chaleur rouge les métaux, et principalement le fer et le cuivre, décomposent le gaz ammoniac, et qu'ils retiennent en combinaison une certaine portion de l'azote mis en liberté; quoique M. Despretz ait cherché à prouver par des expériences spéciales qu'il y a réellement absorption de l'azote par les métaux, il restait néanmoins encore beaucoup d'incertitude à cet égard.

L'expérience suivante paraît décider affirmativement la question. J'ai fait passer du gaz ammoniac, bien pur et parfaitement sec, sur du fil de cuivre chauffé au rouge dans un tube de porcelaine, j'ai recueilli le gaz qui s'est dégagé, en rejetant les premières portions qui devaient être mélangées d'air, et j'ai analysé ce gaz, après l'avoir lavé dans l'eau pour en séparer l'ammoniaque non décomposée. J'ai trouvé qu'il se composait de 0,86 d'hydrogène et de 0,14 d'azote en volume; or, l'ammoniaque, en se décomposant, produit 75 d'hydrogène pour 25 d'azote, il y a donc eu absorption d'une partie de ce dernier par le cuivre. Effectivement, celui-ci présentait à la surface les plus belles couleurs de l'arc-en-ciel, et les por-

tions les plus altérées étaient devenues friables à un haut degré, ce qui prouve qu'elles avaient changé de nature.

---

62. *Action du* CHLORURE DE SODIUM *sur les métaux*; par M. Unges. (Journ. für prat. chem., 1836, p. 285.)

Le sel marin du commerce en dissolution attaque le cuivre, le fer, le zinc et le plomb, le dernier moins que les autres. L'action est forte lorsqu'il y a contact d'air, ou lorsque la dissolution est bouillante : il se forme des oxichlorures insolubles, et souvent la liqueur contient une certaine quantité de métal en dissolution. La fonte de fer est attaquée également, mais moins que le fer.

---

63. *Action de l'eau de mer sur le* FER, *l'*ÉTAIN *et le* ZINC; par T. Beck. (Ann. de Ch., t. 64, p. 225.)

Le fer, l'étain et le zinc, placés isolément dans l'eau de mer, s'oxident rapidement à la faveur de l'oxygène de l'air dissout dans l'eau. L'oxidation cesse si l'on expulse l'air, soit par l'ébullition, soit à l'aide de la pompe pneumatique.

L'étain placé au contact du fer, bien loin de préserver celui-ci de l'oxidation par l'eau de mer, comme M. Davy l'a annoncé, contribue à sa corrosion, et est au contraire préservé lui-même. Mais le zinc jouit éminemment de la propriété de préserver le fer, et on pourrait l'employer pour retarder la destruction des chaudières des machines à vapeur dans lesquelles on fait usage d'eau de mer. Cependant ce moyen de préservation n'est

pas absolument indispensable, puisque l'oxidation du fer cesse d'avoir lieu aussitôt que l'eau entre en ébullition.

---

64. *Observations sur la solubilité de certains* OXIDES ET SELS MÉTALLIQUES *dans le muriate et le nitrate d'ammoniaque*, par M. Bret. (Phil. mag., 1833.)

Les carbonate, phosphate, sulfate, et borate de chaux se dissolvent dans le muriate et le nitrate d'ammoniaque. Il en est de même des carbonate, phosphate, borate et tartrate de baryte, ou de strontiane; des phosphate, carbonate et tartrate de magnésie; des oxide, carbonate, sulfate, oxalate, tartrate et iodure de plomb; des oxide, carbonate, phosphate et oxalate de zinc; des oxide, iodure, carbonate, phosphate, et oxalate de mercure; des oxide et carbonate d'antimoine; des chlorure, carbonate, phosphate et oxalate d'argent; de l'oxalate d'étain, des oxide, carbonate, phosphate et sous-nitrate de bismuth; des oxide et carbonate de cuivre; des oxide et phosphate de manganèse; des oxide, carbonate et phosphate de cobalt; des oxide, carbonate, phosphate et oxalate de cadmium, etc.

L'action dissolvante du muriate d'ammoniaque est plus grande que celle du nitrate, et pour les deux sels elle est plus forte à chaud qu'à froid.

Ils ne peuvent dissoudre l'oxalate de chaux, les sulfates de baryte et de strontiane, le chlorate de plomb, les oxides et les sels de protoxide et de peroxide de fer, le phosphate d'étain, les peroxides d'étain; le phosphate, et l'oxalate de cuivre; ni les prussiates, en général.

Les dissolutions de phosphate de chaux, de baryte, de strontiane ou de magnésie, ainsi que les sels de plomb peuvent être presque entièrement précipitées par un excès d'ammoniaque caustique.

On peut au moyen du muriate d'ammoniaque séparer le peroxide de fer des oxides de plomb, de mercure, d'antimoine, de zinc, de bismuth, de cuivre et de manganèse, et de cobalt, surtout des deux derniers oxides.

---

65. *Observations sur les phénomènes qui accompagnent la* PRÉCIPITATION D'UN MÉTAL A L'ÉTAT MÉTALLIQUE PAR UN AUTRE *en présence d'un troisième métal n'exerçant pas d'action chimique, et sur les circonstances qui peuvent modifier les résultats*; par M. Levol. (Ann. de Ch., t. 65, p. 285.)

Si l'on précipite dans un vase de platine une dissolution cuivreuse par du fer, de manière à éviter tout contact entre le platine et le fer, la réduction du cuivre s'effectue sur ce dernier métal, absolument comme dans les vases non métalliques. Mais si, au lieu d'opérer ainsi, on met en contact, ne fût ce qu'en un seul point, le platine et le fer, le cuivre réduit se partage alors sur ces deux métaux, de telle sorte que toute la surface du platine en contact avec la dissolution se trouve parfaitement cuivrée, surtout si la liqueur a été assez acidifiée.

Si au lieu d'une dissolution de cuivre on en prend une d'or, la précipitation sur le platine se produit encore, ce qui, par conséquent, donne un moyen extrêmement simple pour dorer ce métal.

L'antimoine peut être précipité de cette manière sur le cuivre avec tout son éclat métallique, et sous forme de pellicule qui y adhère fortement. On peut aussi produire l'inverse en plongeant dans une dissolution de sulfate de cuivre de l'antimoine et de l'étain ; aussitôt après le contact, le cuivre s'applique aussi bien sur l'antimoine que sur l'étain, et il ne reste en dissolution que du sulfate de protoxide d'étain pur.

J'ai reconnu, par des expériences précises, que la quantité de cuivre précipité sur le platine est en raison inverse de la quantité d'action chimique dans l'unité de temps. Elle varie par conséquent avec l'étendue de la surface du fer et le degré d'acidité de la dissolution ; dans tous les cas le fer se trouve en totalité au minimum d'oxidation dans la liqueur.

La position du fer pendant la précipitation n'est nullement indifférente relativement à la répartition du cuivre. Quand on plonge le fer horizontalement, il se dépose plus de cuivre sur le platine et il se dissout moins de fer que quand on place le métal verticalement. Si l'on plonge un barreau de fer dans un tube de verre tenu verticalement et contenant une dissolution de sulfate de cuivre neutre, la décomposition commence vers les deux extrémités du barreau, en s'avançant progressivement vers sa partie moyenne. On sait d'ailleurs que les deux extrémités du barreau agissent dans ce cas sur une aiguille aimantée, comme les deux pôles d'un aimant, en sorte qu'il paraît que cette aimantation augmente l'énergie de l'action chimique, et diminue par conséquent la précipitation de cuivre déposé sur le platine.

---

66. *Note sur le* BICHROMATE DE PERCHLORURE DE CHROME; par M. Walter. (Acad. des Sc., septembre 1837.)

On réussit très-bien à préparer ce composé en plaçant dans une cornue de verre tubulée un mélange intime, et réduit en poudre très-fine, de 100 p. de sel marin fondu et de 168 p. de chromate de potasse neutre; adaptant à la cornue une allonge et un récipient à deux tubulures, et en versant peu à peu, par un tube en *S* placé dans la tubulure de la cornue, 300 p. d'acide sulfurique concentré.

La liqueur obtenue est d'un rouge de sang magnifique; sa densité est de 1,7. Elle bout à 118° c. Elle attaque le soufre, le phosphore, le mercure, dissout le chlore et l'iode, et se combine avec l'ammoniaque, avec dégagement de lumière. L'analyse que j'en ai faite a complétement confirmé celle de M. H. Rose. J'ai trouvé la densité de sa vapeur de 5,9. D'après cela on peut la représenter par 3 v. de chrôme, 6 v. de chlore et 6 v. d'oxygène condensés, en 2 $\frac{1}{2}$ v.; chaque atome de ce composé représentant 6 v. de vapeur. Mais sa composition et la densité de sa vapeur permettent également de le considérer comme formé de 1 v. de chrôme, 2 v. de chlore et 2 v. d'oxygène, condensés en 2 $\frac{1}{2}$ v.; mais alors chaque atome du composé représenterait seulement 2 v. de vapeur, et ce composé serait considéré comme un chlorure d'oxide, formé de 1 at. de chrôme, 2 at. de chlore et 2 at. d'oxygène, ou comme un acide particulier que l'on pourrait désigner sous le nom d'acide *chloro-oxi-chromique*. Cette manière d'envisager la constitution de ce corps, qui explique si bien

ses diverses réactions, présente beaucoup de probabilités.

---

67. *Sur une nouvelle série de* COMBINAISONS VOLATILES DU CHLORE; par M. H. Rose. (Ann. de Pog., t. 40, p. 395.)

La découverte du chromate de chloride de chrôme rendait indispensable un nouvel examen des combinaisons volatiles que le chlore forme avec les métaux.

Tunstène. J'ai amené de l'acide tunstique à l'état d'oxide en le chauffant à une température modérée dans du gaz hydrogène; puis j'ai chauffé l'oxide dans un ballon au contact d'un courant de chlore sec. Il s'est formé du chloride mêlé à une petite quantité d'un chlorure rouge correspondant à l'oxide, et en même temps il s'est déposé sur la partie supérieure du ballon une certaine quantité d'acide tunstique.

On peut séparer les deux chlorides l'un de l'autre au moyen d'une douce chaleur; mais lorsque l'on chauffe brusquement, le chloride se décompose en chlorure rouge, chlore et acide tunstique. De là vient le dépôt de cet acide que l'on remarque à la partie supérieure du ballon. L'acide tunstique, qui se forme dans cette circonstance, est très-dense et presque insoluble dans l'ammoniaque.

J'ai trouvé dans le chloride de tunstène 0,6667 de métal. Cette proportion est beaucoup plus considérable qu'elle ne le serait dans un composé qui ne contiendrait que du tunstène et du chlore; et elle correspond bien, au contraire, à celle que renfermerait la combinaison $2\dot{W} + W Gl^3$, ana-

logue au chromate de chlorure de chrôme. Tout porte à croire, d'après cela, que le chloride volatile de tunstène est composé de :

Tunstène	0,648
Chlore.	0,242
Oxygène.	0,110
	1,000

Molybdène.

L'oxide de molybdène, obtenu en chauffant doucement l'acide molybdique dans du gaz hydrogène, donne avec le chlore sec du chloride et du chlorure, comme l'oxide de tunstène. Le chloride ne se dissout que difficilement dans l'eau, et pour rendre la liqueur claire, il est nécessaire d'y ajouter un peu d'ammoniaque. L'analyse en est difficile, parce que, pour doser le chlore, il est indispensable de précipiter d'abord le molybdène, le chlorure d'argent retenant toujours une quantité notable de molybdate, même quand on le traite par un excès d'acide nitrique. Pour faire cette analyse, j'ai précipité le molybdène par l'hydrogène sulfuré dans une dissolution acidifiée par l'acide nitrique, et je n'ai cessé d'y ajouter de l'hydrogène sulfuré que lorsque la liqueur a perdu tout à fait la couleur bleue qu'elle prend d'abord : puis je me suis débarrassé de l'excès d'hydrogène sulfuré à l'aide du sulfate de cuivre, et j'ai précipité le chlore par le nitrate d'argent. Quant au sulfure de molybdène, avant de le peser, je l'ai amené à l'état de protosulfure en le chauffant dans du gaz hydrogène, qui n'a aucune action sur ce dernier sulfure. Quoique le résultat de l'analyse n'ait pas été bien rigoureux, il suffit cependant pour prouver que le chloride de molybdène est analogue au chloride de tunstène, et qu'il est composé de :

Molybdène.	0,482
Chlore.	0,357
Oxygène.	0,161
	1,000

On peut encore obtenir ce chloride en mêlant de l'acide molybdique avec du sulfate de potasse, y ajoutant de l'acide sulfurique concentré, évaporant dans une cornue jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'acide sulfurique, et chauffant ensuite avec du chlorure de sodium.

Les acides contenant 1 at. de radical pour 3 at. d'oxygène paraissent être seuls susceptibles de s'unir aux chlorides qui leur correspondent, et qui probablement ne peuvent pas exister à l'état isolé.

Manganèse. Tout me porte à croire que le corps volatil nommé chloride de manganèse par M. Dumas, est de même nature que les combinaisons précédentes.

Soufre. Je suis parvenu à produire le sulfate de chloride de soufre, mais sa composition diffère un peu de celle des chlorides que j'ai examinés.

---

68. *Sur le* SULFATE DE PROTOXIDE DE CÉRIUM; par M. Otto. (Ann. de Pog., t. 40, p. 404.)

Lorsqu'on évapore à une douce chaleur une dissolution de sulfate de protoxide de cérium, on obtient une masse cristalline d'un rouge pâle de sulfate hydreux, dont la composition est représentée par la formule $\text{Ce O S O}^3 + 3\,\text{Aq}$. C'est encore le même sel qui se dépose lorsqu'on ajoute de l'alcool à la dissolution aqueuse.

Mais quand on concentre cette dissolution à la température de l'ébullition, il s'en sépare de petits

cristaux d'un rouge pâle, qui diffèrent du sulfate précédent en ce qu'ils contiennent moitié moins d'eau, c'est-à-dire 1 $\frac{1}{2}$ atome seulement. Si l'on fait digérer ces cristaux dans l'eau froide ils se dissolvent, et par l'évaporation à une faible chaleur de la dissolution, le sel à 3 at. d'eau se régénère.

---

69. *Sur la combustion* DU FER; par M. R. Adams. (Bibl. de Gen., t. 13, p. 195.)

Une verge de fer d'un pouce environ de diamètre ayant été chauffée au blanc à l'un de ses bouts, puis exposée à un vif courant d'air froid partant de soufflets de grandes dimensions, le fer devint aussitôt assez chaud pour fondre, et la matière liquide fut projetée, et brûla dans l'air avec toute l'apparence scintillante d'un fil de fer qui brûle dans le gaz oxygène. La barre de fer continua ainsi à brûler jusqu'à ce qu'il s'en fût consumé environ une livre.

Pour que cette combustion du fer ait lieu, il est indispensable qu'il ait été chauffé à une température très-élevée, sans quoi l'air le refroidirait très-rapidement au lieu de le brûler.

---

70. *Sur un* HYDRATE D'OXIDE DE FER MAGNÉTIQUE; par M. Wöhler. (An. der Pharm., t. XXII, p. 56.)

On prend deux parties égales de sulfate de protoxide de fer. On en dissout une dans 8 à 12 fois son poids d'eau chaude, à laquelle on a ajouté un peu d'acide sulfurique. On chauffe la dissolution à l'ébullition en y ajoutant, par petites portions, de l'acide nitrique jusqu'à ce que tout le

fer soit passé à l'état de peroxide. La seconde partie de sulfate de fer est dissoute dans de l'eau bien privée d'air; on mélange les deux dissolutions chaudes, et on y verse aussitôt, et le plus rapidement possible, un excès d'ammoniaque caustique. On obtient un précipité d'un brun noirâtre, que l'on fait bouillir encore pendant quelques minutes avec la liqueur surnageante; on le recueille ensuite sur un filtre, on le lave bien et on le dessèche à une chaleur modérée. Pendant toutes ces opérations, le précipité ne subit pas la moindre altération, et après la dessiccation il forme une masse noire qui devient d'un brun foncé quand on le réduit en poudre.

Ce produit est un hydrate de l'oxide magnétique $FeO + Fe^2O^3$, avec 1 at. d'eau; il est très-magnétique. Il se dissout dans l'acide muriatique avec une couleur jaune, et l'ammoniaque le précipite de sa dissolution sans altération. Chauffé à l'abri du contact de l'air, il perd son eau.

---

71. *Séparation des* DEUX OXIDES DE FER; par par M. Dobereiner. (Ann. de Berzélius, p. 91.)

On ajoute du formiate neutre de soude à la dissolution des deux oxides, et l'on chauffe jusqu'à l'ébullition. Le peroxide se précipite seul à l'état de sel basique. Ce sel, lorsqu'il a été bien desséché, donne à la distillation de l'acide formique très-concentré.

72. *Sur la production de l'*AMMONIAQUE *pendant l'oxidation du* PROTOSULFATE DE FER *au contact de l'air*; par M. Sarzeau. (Journ. de Pharm., t. 23, p. 218.)

Il y a formation d'ammoniaque pendant l'oxidation du protosulfate de fer au contact de l'air, et il s'en produit également, à mesure que l'oxidation marche, quand on décompose le sel de fer au moyen d'un alcali caustique.

---

73. *Action du* CHARBON ANIMAL *sur les* SELS DE FER; par Anthon. (Buchner's Repert., 59, p. 47.)

Le sulfate de protoxide de fer est complétement précipité de ses dissolutions par le charbon animal; mais il faut pour cela employer 9 parties de charbon animal pour 1 partie de sulfate de fer. J'ai reconnu que cette propriété du noir animal tient simplement à la présence du carbonate de chaux qu'il contient, car on ne la retrouve plus dans le charbon animal traité par les acides.

---

74. *Note sur l'action du* PROTOXIDE DE FER SUR LE DEUTOXIDE DE CUIVRE *à l'état d'hydrate*; par M. Levol. (Ann. de Ch., t. 65, p. 329.)

Si l'on mêle ensemble 1 at. de sulfate de cuivre et 1 at. de sulfate de fer au minimum, il n'y a aucune action; mais si l'on sature la dissolution avec de l'ammoniaque, tout le fer se précipite à l'état de peroxide, et la liqueur, qui est incolore, s'il n'y a pas contact de l'air, contient tout le cuivre en dissolution à l'état de protoxide. Si l'on

employait l'ammoniaque en excès le précipité serait d'un beau rouge pourpré, parce qu'il serait mélangé de protoxide de cuivre anhydre.

Pour distinguer à l'état de sel double ammoniacal les sels de cuivre des sels de nickel, il suffit d'y ajouter un excès de sel de protoxide de fer dans un flacon bouché : le sel de cuivre se décolore immédiatement, et le sel de nickel n'éprouve aucun changement.

---

75. *Sur le* VERT DE SCHWEINFURT ; par M. Ehrmann. (Ann. der Pharm., t. 12, p. 92.)

On délaie 10 parties d'acétate de cuivre basique avec une quantité d'eau chauffée à 50°, telle qu'il en résulte une bouillie bien liquide, on mêle à cette bouillie une dissolution de 8 parties d'acide arsenieux dans 100 parties d'eau bouillante, en maintenant le tout en ébullition. Quelquefois il est nécessaire d'ajouter un peu de vinaigre pour que la couleur soit belle et à l'état cristallin. La liqueur surnageante est acide, et contient aussi de l'oxide de cuivre. On l'emploie avec avantage dans une nouvelle opération pour dissoudre l'acide arsenieux. Souvent aussi, pour faciliter la dissolution de cet acide dans l'eau, on le mêle avec un peu de carbonate de potasse.

On obtient aussi du vert de Schweinfurt en mêlant ensemble deux dissolutions bouillantes, l'une d'acétate neutre d'oxide de cuivre, et l'autre d'acide arsenieux. On lui donne alors le nom de *vert de Vienne*.

Ces deux couleurs sont identiques, et elles sont composées de :

Oxide de cuivre. . . .	0,31243	4 at.
Acide arsenieux. . . .	0,58620	3
Acide acétique.	0,10135	1

Leur formule est donc $\dot{Cu}\,C^4\,H^6\,O^3 + 3\dot{Cu}\,\dddot{As}$.

Cette substance est insoluble dans l'eau ; mais les acides, même l'acide acétique, la dissolvent en la décomposant. Les alcalis la décomposent également, et si l'on fait bouillir, le cuivre est amené à l'état de protoxide par l'arsénite alcalin.

---

76. *De l'altération qu'éprouvent de la part des substances culinaires les* ALLIAGES DE CUIVRE, DE ZINC ET DE NICKEL, *connus sous le nom de* MAILLECHORT, *etc.*; par M. Darcet. (J. de Phar. t. 23, p. 223.)

Ceux de ces alliages qui sont en usage dans les arts ont une ressemblance parfaite avec l'argenterie au second titre ou à 0,800 de fin, et ne sont pas plus attaquables par les réactifs et les substances culinaires que cette argenterie ; mais ils le sont beaucoup plus que l'argenterie au premier titre ou à 0,950 de fin.

M. Liebig a examiné comparativement l'action qu'exerce le vinaigre, aidé du contact de l'air, sur le laiton, le cuivre rouge, le maillechort et l'alliage d'argent et de cuivre à 0,750 de fin ; et en opérant sur un poids de 3 onces ou 187 grammes, il a trouvé qu'en quarante-huit heures,

	gr.
Le laiton laisse dissoudre. . .	0, 104 de cuivre.
Le cuivre rouge.	0, 087
Le maillechort.	0, 013
Et l'argent à 0,750.	0, 0075

Quand le maillechort renferme de l'arsenic il

n'en contient qu'une trace, en sorte que, sous ce rapport, il n'est nullement dangereux.

---

77. *Séparation de la* MAGNÉSIE *des oxides de* COBALT ET DE NICKEL; par M. Berzélius. (An. des S. ch. 93.)

L'hydrosulfate d'ammoniaque précipite toujours une quantité considérable de magnésie avec le cobalt et le nickel, parce que le sulfure de magnésium est très-peu soluble dans l'eau.

Quand on verse un excès d'ammoniaque dans une dissolution neutre de cobalt, de nickel et de magnésie, il se forme un précipité vert qui ressemble à de l'oxide de nickel, et qui se compose de magnésie et de cobalt; ce précipité ne brunit pas à l'air; il ne se forme pas dans les liqueurs acides, parce qu'il est soluble dans le sel ammoniac.

La meilleure manière de séparer la magnésie des oxides de cobalt et de nickel, consiste à calciner les nitrates à une température un peu inférieure au rouge naissant, et à traiter le résidu par l'acide nitrique étendu; néanmoins il se dissout toujours une petite quantité des deux métaux avec la magnésie.

---

78. *Sur une méthode pour séparer l'*OXIDE DE COBALT, *ainsi que l'*OXIDE DE NICKEL *et l'*OXIDULE DE MANGANÈSE, *de l'oxide de fer et des acides arsenique et arsenieux*; par M. Th. Scheerer, inspecteur de la fabrique des couleurs bleues de Modœm en Norwége. (An. de Pog., t. 42, p. 104.)

On sépare très-facilement l'oxide de fer des oxides

de cobalt, de nickel ou de manganèse, au moyen de la potasse caustique ajoutée à la dissolution en quantité simplement suffisante pour qu'elle ne soit plus que très-légèrement acide.

On sépare l'acide arsenique ou l'acide arsenieux des oxides précités, en ajoutant à la dissolution du sulfate ou du muriate de peroxide de fer, et précipitant ensuite l'oxide de fer comme il a été dit ci-dessus : cet oxide entraîne avec lui les deux acides (1).

Pour doser le cobalt, au lieu de réduire son oxide par le gaz hydrogène, il est préférable de le fondre avec une quantité déterminée de phosphate acide de soude. On obtient ce sel en calcinant le phosphate de soude et d'ammoniaque, jusqu'à ce qu'il ne perde plus de son poids. Pour effectuer le dosage de l'oxide de cobalt, on prend environ 5 parties de phosphate pour 1 partie d'oxide, on le chauffe sans le fondre, pour en chasser l'eau hygrométrique, dans un petit vase de verre placé dans un creuset de platine, et dont le fond est recouvert de sable quartzeux calciné; alors on tare exactement l'appareil, on y ajoute l'oxide de cobalt, on chauffe doucement jusqu'à ce que tout dégagement de gaz ait cessé, et l'on pèse de nouveau.

---

79. *Sur l'*HYDROGÈNE ANTIMONIÉ ; par M. Thomson. (Phil. mag., mai 1837.)

L'hydrogène forme avec l'antimoine une com-

---

(1) Ce procédé est connu en France depuis près de vingt ans : il en a été fait mention plusieurs fois dans les *Annales des mines*, et il se trouve décrit dans le *Traité des essais par la voie sèche*, tom. 2, p. 365.

binaison gazeuse tout à fait semblable à celle que donne l'arsenic.

On prépare cette combinaison en formant un alliage à parties égales de zinc et d'antimoine, et en traitant cet alliage par l'acide sulfurique étendu d'eau. Le gaz qui se dégage est incolore, inflammable; il détonne violemment par l'étincelle électrique lorsqu'il est mélangé avec un volume égal au sien d'oxygène, d'air atmosphérique ou de chlore; son odeur est particulière et ressemble à celle de l'hydrogène arsenié; enflammé à l'air libre en un jet continu, il brûle avec une flamme pâle d'un bleu verdâtre, et laisse déposer de l'oxide d'antimoine sur les corps froids, et si l'on place un morceau de verre ou de porcelaine dans l'intérieur de la flamme, le morceau se recouvre d'antimoine métallique.

Le meilleur moyen de distinguer ce dépôt métallique du dépôt que forme l'hydrogène arsenié dans les mêmes circonstances, consiste à en traiter une petite quantité par une goutte d'acide nitrique qui le dissout, à évaporer à siccité, à imbiber le dépôt blanc qui reste avec une dissolution de nitrate d'argent, et à exposer le mélange à la vapeur de l'ammoniaque; si c'est de l'antimoine, il se formera un précipité blanc très-pesant, tandis que si c'est de l'arsenic, le précipité sera floconneux et d'un très-beau jaune canari.

Le gaz qui se dégage lorsque l'on traite par l'acide sulfurique étendu un mélange de zinc métallique et d'émétique ou d'un autre sel antimonial quelconque, est aussi fortement antimonié.

Il résulte de ces faits, qu'en suivant le procédé qu'a donné M. Marsh pour découvrir l'arsenic

dans les matières animales, on est exposé à confondre l'antimoine avec cette substance, et qu'il est nécessaire de faire des épreuves subséquentes pour n'être pas induit en erreur.

---

80. *Examen comparatif* DES HYDROGÈNES ANTIMONIÉ ET ARSENIÉ, *et sur les nouvelles méthodes de réduction du sulfure d'arsenic*; par J.-F. Simon. (Ann. de Pog., t. 42, p. 563.)

La découverte intéressante de l'hydrogène antimonié, faite en même temps par MM. Thompson et Pfaff, rend la méthode de Marsh pour reconnaître l'arsenic dans les cas de médecine légale très-incertaine.

J'ai préparé ces deux gaz en ajoutant à un mélange de zinc bien pur et d'acide sulfurique étendu, une dissolution d'acide arsenieux ou d'émétique. Voici les caractères que je leur reconnus :

1° L'hydrogène antimonié, chauffé dans un tube de verre, se décompose comme l'hydrogène arsenié, et donne un enduit métallique, mais qui est d'un blanc plus argentin que celui de l'arsenic. Dans les couches très-peu épaisses, l'antimoine se présente avec une couleur d'un gris foncé, et l'arsenic avec une couleur d'un brun foncé. La flamme des deux gaz en combustion est identique.

2° Aucun de ces gaz n'est absorbé par l'eau.

3° Les dissolutions de potasse, d'ammoniaque et d'acide nitrique sont sans action sur eux.

4° Une dissolution de chlore décompose l'hydrogène antimonié, et retient à peu près tout l'antimoine en dissolution au commencement, mais

au bout de quelque temps il se dépose des flocons blancs, et la dissolution est devenue très-acide. Une réaction semblable a lieu avec l'hydrogène arsenié, avec cette différence, cependant, qu'avec ce dernier gaz il ne se forme pas de précipité, l'arsenic reste dissous à l'état d'acide arsenieux.

5° Une dissolution d'iode dans l'alcool décompose les deux gaz, et au bout d'un certain temps elle se décolore complétement. Avec l'hydrogène antimonié, il se forme des flocons bruns, et il ne reste pas d'antimoine dans la liqueur. Avec l'hydrogène arsenié, au contraire, il ne se dépose qu'un précipité noir insignifiant, et on retrouve la plus grande partie de l'arsenic dans la liqueur.

6° La dissolution de brome décompose aussi complétement l'hydrogène antimonié, la liqueur se trouble sans se décolorer et dépose des flocons blancs, elle ne retient pas d'antimoine. Avec l'hydrogène arsenié il ne se forme pas de précipité, tout l'arsenic reste dans la dissolution.

7° Une dissolution d'hydrogène sulfuré est sans action sur les deux gaz, même après addition d'une certaine quantité de potasse.

8° La dissolution de sublimé corrosif absorbe complétement l'hydrogène antimonié, elle se trouble et donne lieu à un précipité blanc d'abord, mais qui devient bientôt gris. L'hydrogène arsenié donne lieu à un précipité jaune, qui devient brun et ensuite noir, tout le mercure est précipité, et la dissolution renferme de l'acide arsenieux.

9° La dissolution de nitrate d'argent est décomposée par les deux gaz, elle donne lieu à un

précipité qui, avec l'hydrogène arsenié, est de l'argent pur, tout l'arsenic restant en dissolution, tandis qu'avec l'hydrogène antimonié, tout l'antimoine est entraîné avec l'argent, et il n'en reste pas dans la dissolution.

10° Les dissolutions d'acétate de plomb, de sulfate de zinc et de protochlorure de fer sont sans action sur les deux gaz.

11° La dissolution de sulfate de cuivre n'exerce qu'une action décomposante faible sur ces deux gaz, il se forme quelques flocons noirs.

12° La dissolution de platine est promptement colorée en noir par les gaz. Il se forme un précipité noir composé d'antimoine et de platine, ou d'arsenic et de platine.

13° Les deux gaz sont sans action l'un sur l'autre.

14° Quand on ajoute du sulfure d'arsenic à un mélange de zinc et d'acide sulfurique étendu, il se dégage de l'hydrogène arsenié, de même, si l'on ajoute au mélange du kermès, il se dégage une certaine quantité d'hydrogène antimonié.

15° Si l'on dissout du kermès dans une dissolution de potasse caustique, que l'on y verse une dissolution d'acétate de plomb, et ensuite de l'acide sulfurique et du zinc, il se dégage de l'hydrogène antimonié. Une réaction semblable a lieu comme on sait pour l'arsenic.

Il résulte de cet examen comparatif, qu'il n'y a aucun moyen bien net de distinguer immédiatement les deux gaz, surtout s'ils existent en très-petites quantités, et que par conséquent le procédé de Marsh, pour constater la présence de l'arsenic, doit être rejeté.

J'ai essayé les nouveaux procédés pour recon-

naître l'arsenic, et j'ai constaté que celui de M. Berzélius présentait de grands avantages. Ce procédé consiste, comme on le sait, à décomposer dans un petit tube, par une esquille de charbon imbibée de carbonate de soude, le sulfure que l'on fait passer dessus en vapeur. Ce procédé présente le grand avantage de ne donner lieu à aucune incertitude, le sulfure d'antimoine ne produisant aucune réaction semblable. On peut aussi décomposer le sulfure d'arsenic par un mélange de chaux vive et de charbon.

J'ai ajouté à un mélange de zinc et d'acide sulfurique étendu des sels d'étain, de platine, d'argent, de chrôme, de mercure, de plomb et de quelques autres métaux, mais aucun de ces métaux n'a donné de combinaison avec l'hydrogène.

---

81. *Moyen de séparer le* ZINC DU MANGANÈSE; par M. Rechter. (Journ. d'Erdmann, 1836.)

On dissout dans l'acide nitrique, on évapore à sec, on calcine les nitrates, et on traite le résidu par l'acide acétique, qui ne dissout que l'oxide de zinc.

---

82. *Mémoire sur quelques combinaisons du* BISMUTH; par M. Jacquelain. (Ann. de Ch., t. 66, p. 113.)

Le zinc, l'étain et le cuivre précipitent le bismuth de ses dissolutions, le cuivre avec une grande lenteur. La réduction par ces quatre métaux n'est d'ailleurs jamais complète, parce que vers la fin de l'opération il se forme toujours une certaine quantité d'oxichlorure.

L'hydrosulfate d'ammoniaque, l'acide hydrosulfurique et la potasse précipitent complétement le bismuth. L'acide hydrosulfurique doit être employé en dissolution saturée. Quant à la potasse, il est indispensable de l'employer dissoute dans le double de son poids d'eau seulement, et d'effectuer la réaction à chaud, sans quoi le précipité retiendrait du chlore.

Quand on fait fondre de la potasse caustique dans un creuset d'argent, et qu'on y projette du protoxide de bismuth, il se forme une combinaison d'un jaune ocreux très-foncé, qui par le refroidissement se prend en masse lamelleuse, ayant l'aspect de l'aventurine; en lavant cette substance dans l'eau, l'excès de potasse se sépare, et on trouve dans le résidu, indépendamment de la petite quantité d'argent dont il est mélangé et de quelques centièmes d'eau, Oxide.

Bismuth.	0,8626	Bi^{16}
Oxygène.	0,1134	O^{28}
Potasse.	0,0238	KO

d'où il suit qu'il renferme un oxide particulier, représenté par la formule $2Bi\,O^2 + Bi^2O^3$.

Par la calcination le composé potassé abandonne de l'oxygène, et ne se trouve contenir ensuite que du protoxide.

On peut obtenir par voie humide deux autres composés bismuthiques potassés, qui renferment un autre oxide que le précédent; l'un est pâle et n'est autre chose que l'oxide puce de Stromeyer, l'autre est pourpre, et a été mentionné par M. Berzélius. Autre oxide.

Pour préparer le premier on fait arriver un courant de chlore très-rapide dans une dissolution de potasse faite avec 12 parties d'eau, maintenue

à la température de 90 à 100°, et dans laquelle on introduit du protoxide de bismuth réduit en poudre fine. Cet oxide devient d'un noir violâtre, passant par le jaune d'ocre et le brun ; on le lave et on le sèche à 100°. Pour préparer le composé pourpre on suit le même procédé, mais en n'employant, pour dissoudre la potasse, que la quantité d'eau strictement nécessaire. Ces deux composés renferment :

	Comp. puce.		Comp. pourpre.	
Bismuth. . .	0,8055	Bi^8	0,8118	Bi^7
Oxygène. . .	0,1280	O^{16}	0,1219	O^{14}
Potasse. . . .	0,0449	KO	0,0514	KO
Eau	0,0214	2,5Aq	0,0147	1,5Aq
	0,9998		0,9998	

Par la calcination ils perdent leur eau et de l'oxygène, et l'oxide de bismuth est ramené à l'état de protoxide, et après cela la potasse qui reste mêlée à l'oxide, attire très-rapidement l'humidité atmosphérique, tandis que les composés puce et pourpre n'éprouvent aucune altération à l'air. L'oxygène commence à se dégager de ces composés à la température de 145°. Les acides nitrique, sulfurique et acétique, même très-étendus, déterminent aussi ce dégagement à la température ordinaire.

Chlorure. La densité de la vapeur du chlorure de bismuth est comprise entre 11,83 et 11,06.

Le chlorure de bismuth fondu est transformé par la vapeur d'eau en oxichlorure ; l'air produit le même effet. Cet oxichlorure est fixe, inaltérable par la chaleur, soluble dans l'acide nitrique et dans l'acide hydrochlorique, décomposable par l'acide sulfurique ; il est composé de :

Bismuth	0,805	Bi
Chlore	0,134	Ch
Oxygène.	0,061	O

Le chlorure double de bismuth et de sodium cristallise en prismes cannelés déliquescents ; il est composé de 1 at. de chacun des chlorures, et de 3 at. d'eau.

Le chlorure de bismuth et de potassium cristallise en octaèdre à base rhombe, qui dérive d'un prisme droit rhomboïdal ; il ne contient que 2 at. d'eau.

Le chlorure de bismuth et d'ammonium cristallise en dodécaèdre, dérivant du prisme hexaèdre à 6 faces.

Le protochlorure d'antimoine et d'ammonium cristallise comme le sel précédent ; il est anhydre. Chlorure d'antimoine.

Le protochlorure d'antimoine et de potassium cristallise en prisme rhomboïdal oblique ; il est anhydre.

Le deutochlorure d'étain et de potassium cristallise en rhomboèdre ; il est anhydre. Chlorure d'étain.

Le chlorure de cuivre et de potassium cristallise en dodécaèdre, dérivant du prisme droit rhomboïdal ; il contient 2 at. d'eau. Chlorure de cuivre.

Il résulte, des expériences précédentes, qu'il y a trois oxides de bismuth composés de : Trois oxides de bismuth.

100	11,275	2660,6	300	Bi^2O^3
100	13,416	2660,6	357	$Bi^2O^{3\frac{1}{2}}$
100	14,996	2660,6	400	Bi^2O^4

et que le poids de l'atome de bismuth est de 1330,3.

83. *Action de l'hydrogène phosphoré sur les* DISSOLUTIONS DE MERCURE; par M. H. Rose. (Ann. de Pog., t. 40, p. 75.)

L'hydrogène phosphoré forme dans les dissolutions de mercure à froid des précipités qui sont des composés de phosphore, de mercure et du sel dissout, et ces composés ne sont amenés à l'état de phosphure de mercure que par un excès d'hydrogène phosphoré.

Chlorure. Avec le bichlorure de mercure le précipité est jaune; mais ce précipité devient promptement gris en se décomposant et se mélangeant de mercure; soit spontanément, lorsqu'on le tient au contact de l'eau ou de l'air humide, soit instantanément, lorsqu'on le chauffe dans le même liquide; par la calcination il se change en mercure, acide hydrochlorique et acide phosphorique. L'acide nitrique le change en bichlorure de mercure et acide phosphorique. Sa composition est représentée par la formule

$$P^2Hg^3 + 3HgCl^2 + 3H^2O.$$

Sulfate. Dans les dissolutions de sulfate de mercure le précipité, d'abord jaune, devient blanc, puis par dessiccation il redevient jaune, et il reprend la couleur blanche au contact de l'air humide. Par la chaleur il décrépite, et donne de l'acide sulfureux, du mercure métallique et de l'acide phosphorique. Il se dissout aisément dans l'acide nitrique et dans le chlore; sa composition est représentée par la formule

$$P^2Hg^3 + 3Hg^3\dot{\ddot{S}}^2 + 4H^2O.$$

Nitrate. Le précipité que le gaz hydrogène phosphoré

forme dans les dissolutions de nitrate de mercure ressemble au précédent, mais il en diffère par la propriété de détonner violemment, soit par la chaleur, soit par la simple agitation : on peut cependant l'analyser sans danger, en le dissolvant dans le chlore, après l'avoir divisé dans l'eau. Sa composition est représentée par la formule

$$P^2Hg^3 + 3\dot{H}g^5N^2O^5.$$

---

84. *Sur les combinaisons des* OXIDES DE MERCURE *avec les acides organiques*; par M. Burckhardt. (Arch. der phar., t. 11, p. 250.)

L'acide oxalique en dissolution concentrée transforme le protoxide de mercure en mercure métallique et oxalate de deutoxide. Oxalates.

On peut obtenir l'*oxalate de protoxide* en précipitant le bi-oxalate de potasse par le nitrate de protoxide de mercure. Ce sel est pulvérulent, non cristallin, blanc, et doué de la saveur métallique. Soumis à l'influence de la lumière, il devient d'abord jaune sale et prend peu à peu une couleur brun foncé vif; il se décompose facilement par la chaleur et par le choc. Il est insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther et dans les acides oxalique et acétique ainsi que dans les acides nitrique et sulfurique affaiblis; l'acide hydrochlorique concentré et bouillant le décompose en partie. L'eau régale le décompose complétement en chloride de mercure et acide carbonique. L'oxalate acide de potasse le change en mercure et oxalate de deutoxide. Les alcalis caustiques ou carbonatés le décomposent. Il est composé de :

Protoxide de mercure. . .	0,823	1 at.
Acide oxalique.	0,177	1

L'oxalate neutre de bi-oxide de mercure est en poudre blanche, non cristalline, douce au toucher. Il brunit lentement à la lumière, il ne se décompose pas par le choc, il est insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, mais il se dissout à chaud dans les acides nitrique et sulfurique. Il ne forme pas de combinaison avec les oxalates. Il se décompose par les alcalis caustiques ou carbonatés. Il contient :

Bi-oxide de mercure. . .	0,707	1 at.
Acide oxalique.	0,293	1

On le prépare en précipitant une dissolution pas trop concentrée d'oxalate acide de potasse par l'acétate de bi-oxide de mercure.

Quand on fait digérer de l'oxalate de bi-oxide de mercure avec de l'oxalate d'ammoniaque et que l'on évapore doucement la liqueur, il se dépose des feuilles cristallines blanches, brillantes de sel double; ce sel n'est que difficilement soluble dans l'eau et en grande partie décomposable par ce liquide.

Tartrates. *Le tartrate neutre de protoxide de mercure* est en poudre blanche, micacée, brillante, composée d'aiguilles extrêmement fines; la lumière le noircit, la chaleur le décompose sans qu'il se forme d'acide formique. Il est insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; mais il se dissout dans les acides tartrique, acétique concentré, nitrique et sulfurique. Il est composé de :

Protoxide de mercure. . .	0,736	1 at.
Acide tartrique..	0,264	1

on l'obtient en précipitant une dissolution d'acide tartrique pas trop concentrée par le nitrate acide de protoxide de mercure.

Quand on précipite par l'ammoniaque une dissolution nitrique de tartrate de protoxide de mercure, que l'on évapore la liqueur filtrée à une douce chaleur, et qu'on lave le résidu avec de petites quantités d'eau froide, il reste une poudre blanche, qui est un sel double, composé de tartrate de mercure basique et de tartrate d'ammoniaque.

Si l'on fait digérer du bi-oxide, du protoxide ou du tartrate de protoxide de mercure avec un excès de crème de tartre, il se forme du *tartrate neutre de protoxide de mercure potassé*. Ce sel cristallise en prismes transparents très-petits; il a une saveur âpre et métallique, il se dissout dans l'eau bouillante, mais en faible proportion; il se dissout aisément, dans les acides tartrique, acétique et nitrique, plus à chaud qu'à froid.

Le tartrate neutre de bi-oxide de mercure est en poudre blanche légère, qui ne noircit pas à la lumière. Il est insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, très-soluble au contraire dans les acides tartrique, acétique et nitrique; les alcalis caustiques précipitent ses solutions; mais les carbonates alcalins ne les précipitent pas. Il est composé de :

Bi-oxide de mercure. . . .	0,592	1 at.
Acide tartrique.	0,408	1

on l'obtient pur en précipitant une dissolution de tartrate de soude par l'acétate de bi-oxide de mercure. Il se forme encore lorsque l'on fait bouillir un excès de bi-oxide de mercure avec de l'acide tartrique; mais si l'on employait au contraire un excès de cet acide, c'est du tartrate de protoxide qui se produirait.

Le tartrate neutre de bi-oxide de mercure se

dissout dans le tartrate d'ammoniaque bouillant, et si on laisse refroidir la liqueur il s'en sépare un sel double neutre. Ce sel cristallise en petits prismes quadrilatères transparents; la lumière ne le noircit pas, il est soluble dans l'eau, mais plus à chaud qu'à froid ; sa dissolution n'est précipitée ni par l'ammoniaque ni par les carbonates alcalins.

Il y a un *tartrate ammoniacal basique* qui se forme quand on fait bouillir du bi-oxide de mercure avec une dissolution de tartrate d'ammoniaque et d'acide tartrique; il se précipite de la dissolution filtrée en l'étendant avec de l'eau. Il est pulvérulent, blanc, très-peu soluble dans l'eau et très-soluble au contraire dans les acides acétique, tartrique et nitrique.

Le tartrate neutre de bi-oxide de mercure forme avec le tartrate de potasse un sel double qui cristallise en prismes transparents et incolores : ce sel noircit promptement à la lumière. Il est insoluble dans l'alcool, dans l'éther et à peine soluble dans l'eau froide, mais il se dissout dans l'eau bouillante et dans les acides même affaiblis; les carbonates alcalins ne troublent par ses dissolutions; la potasse caustique les colore en rouge.

Succinates. *Le succinate de protoxide de mercure* est pulvérulent, blanc, insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, un peu soluble dans l'acide succinique, très-soluble dans les acides nitrique et sulfurique, et dans les acétates de potasse et de soude, et dans le chlorure de sodium. Il est composé de :

Protoxide de mercure. . . .	0,807	1 at.
Acide succinique.	0,191	1

on l'obtient en précipitant une dissolution d'acide

succinique par le nitrate de protoxide de mercure.

Le succinate neutre de bi-oxide de mercure est en poudre pesante, blanche, insoluble dans l'eau froide, l'acool et l'éther, à peine soluble dans l'eau bouillante, soluble dans les acides succinique, acétique et nitrique, et dans les dissolutions concentrées d'acétate de potasse ou de soude, de chlorure de sodium et de succinate neutre de potasse ou de soude. Il est composé de :

Bi-oxide de mercure. . . .	0,684	1 at.
Acide succinique.	0,316	1

on l'obtient en précipitant l'acide succinique par l'acétate de bi-oxide de mercure, ou en faisant digérer à chaud le bi-oxide de mercure dans l'acide succinique.

Quand on neutralise par l'ammoniaque une dissolution de succinate de bi-oxide de mercure dans l'acide succinique, et qu'on évapore la liqueur filtrée, il se forme par le refroidissement des petits cristaux transparents, peu solubles dans l'eau, qui se composent de tartrate de mercure et de tartrate d'ammoniaque.

Le benzoate de protoxide de mercure cristallise en aiguilles très-fines, flexibles, blanches, qui sous l'influence de la lumière se colorent facilement en jaune. Il est insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, l'acide benzoïque, les benzoates alcalins, et soluble dans les acides nitrique et sulfurique; les alcalis caustiques et carbonatés le décomposent. Benzoates.

Le benzoate neutre de bi-oxide de mercure est en aiguilles fines, flexibles, qui ne noircissent pas à la lumière. Il est insoluble dans l'eau froide; mais soluble dans l'eau bouillante; l'alcool bouil-

lant le transforme en un mélange de sel jaune basique et de bi-oxide; les acides le décomposent en mettant l'acide benzoïque en liberté. Il est soluble en assez grande proportion dans les acétates de potasse et de soude. Il contient :

Bi-oxide de mercure. . . .	0,469	1 at.
Acide benzoïque..	0,531	1

on le prépare en précipitant une dissolution d'acide benzoïque par de l'acétate de bi-oxide de mercure.

Si l'on fait bouillir du benzoate de bi-oxide de mercure dans une dissolution de benzoate d'ammoniaque, en ayant soin d'ajouter de temps en temps un peu d'ammoniaque à la liqueur pour qu'elle ne devienne pas acide, il se dépose par le refroidissement du benzoate double, cristallisé en tablettes rectangulaires, incolores, micacées, et qui ne noircissent pas à la lumière, ce sel est soluble dans l'eau, plus à chaud qu'à froid, et il se dissout aussi dans les acides.

---

85. *Sur la préparation de quelques* AMALGAMES ; par Böttger. (J. d'Erdmann, t. 12, p. 350.)

J'ai réussi à préparer un certain nombre d'amalgames métalliques que je n'avais pu produire jusqu'ici. Pour cela je décompose les chlorures métalliques par un amalgame de sodium. Il y a dégagement d'hydrogène, formation d'un précipité abondant d'oxide métallique hydraté, et le mercure, qui était combiné avec le sodium, se trouve maintenant allié à une certaine quantité de métal. Les amalgames que j'ai préparés par ce procédé sont, les amalgames de nickel, de cobalt, de manganèse et d'iridium.

Les amalgames de nickel et de cobalt sont peu consistants, ils n'agissent pas sur l'aiguille aimantée, mais l'action devient très-sensible quand on les chauffe de manière à chasser une partie du mercure. Si l'on chauffe jusqu'à volatiliser tout le mercure, il reste une masse noire très-magnétique, composée de métal et d'oxide métallique.

L'amalgame de manganèse est beaucoup plus épais, il est très-fortement chargé de manganèse. Il décompose lentement l'eau.

L'amalgame d'iridium se prépare en décomposant une dissolution de chlorure double d'iridium et de sodium par l'amalgame de sodium. Cet amalgame est assez épais, la chaleur en sépare de l'iridium métallique.

J'ai essayé la même réaction sur des dissolutions concentrées de chlorure de tellure, d'aluminium, de cérium, de calcium et de nitrate d'urane, mais je n'ai pas réussi à obtenir des amalgames.

---

86. Carbonate de plomb hydreux; par M. Bonsdorf. (Répert. de Ch., t. 1, p. 263.)

On obtient ce composé en laissant exposé au contact de l'air de l'oxide de plomb humecté d'eau. Il se présente sous l'aspect d'une végétation formée d'écailles cristallines. Il est composé de :

Oxide de plomb. . . .	0,8694	2 at.
Acide carbonique. . . .	0,0378	1
Eau.	0,0928	1

Ce qui correspond à la formule $\dot{P}b\,H + \dot{P}b\,\ddot{C}$.

---

87. *Mémoires sur* LES ACÉTATES *et le* PROTOXIDE DE PLOMB ; par M. Payen. (Ann. de Ch., t. 66, p. 37.)

Acétate neutre. L'acétate neutre de plomb contient 1 at. d'eau, PbO, $C^8H^6O^3$, H^6O^3. Il cristallise en prismes quadrangulaires à sommets dièdres, par addition à sa dissolution saturée d'un volume égal d'alcool ou d'esprit de bois; il cristallise en lames hexagonales en croix par refroidissement de sa dissolution dans l'alcool anhydre bouillant. 100 p. d'eau à 12° en dissolvent 59 p.; il est soluble dans l'alcool anhydre. Il perd peu à peu ses trois atomes d'eau dans le vide sec, et finit même par abandonner une petite partie de son acide. Par la calcination il éprouve successivement la fusion aqueuse et la fusion ignée, et il se décompose ensuite. Lorsqu'on ajoute à la solution dans l'eau un léger excès d'ammoniaque, il se transforme en acétate tribasique, sans que la liqueur se trouble pour peu qu'elle soit étendue : si elle est concentrée et chaude le sel tribasique s'en sépare peu à peu à l'état cristallin, par le refroidissement.

Acétate tribasique. L'acétate tribasique 3 PbO, $C^8H^6O^3$, H^2O cristallise en prismes aciculaires, satinés, transparents, groupés en houppes ou en masses concrétionnées. 100 p. d'eau en dissolvent 18 p., l'acétate d'ammoniaque augmente sa solubilité. Il se dissout dans l'alcool et l'esprit de bois étendus; mais il est tout à fait insoluble dans l'alcool absolu. L'ammoniaque en précipite de l'hydrate de plomb à froid, et un mélange d'hydrate et d'oxide anhydre à chaud et en proportions variées, selon la température. Par la calcination il se décompose sans éprouver de fusion aqueuse ni de fusion ignée.

Acétate intermédiaire.

Il y a un acétate intermédiaire $3PbO, H^2O, 2(C^4H^6O^3)$, qui résulte de la combinaison de 3 at. d'acétate neutre et 1 at. d'acétate tribasique. Il cristallise en lames hexagonales, qui se groupent en aigrettes brillantes et satinées. Il ne perd pas sensiblement de son eau ni de son acide dans un vide sec. 100 p. d'eau en dissolvent 110 p.; il se dissout dans l'alcool anhydre sans perdre son atome d'eau. Il éprouve la fusion ignée, mais non la fusion aqueuse en se décomposant par la calcination. L'acide carbonique en précipite la moitié de l'oxide de plomb qu'il contient. Le procédé le plus simple pour l'obtenir consiste à rapprocher vivement une solution contenant un poids d'acétate tribasique représenté par son nombre atomique, puis à verser successivement un équivalent en même poids de 3 at. d'acétate neutre en cristaux, à réduire ensuite la solution au cinquième de son volume par évaporation, et à l'abandonner à elle-même après cela pendant trois ou quatre jours. Au bout de ce temps on décante l'eau-mère sirupeuse, et on soumet les cristaux égouttés à la presse entre des feuilles de papier joseph.

Hydrate de plomb.

L'hydrate de plomb cristallise en octaèdres réguliers, souvent prismés, transparents, doués d'un grand pouvoir de réfraction. Il contient 1 at. d'eau pour 3 at. de protoxide de plomb, $3PbO, H^2O$. Il se produit toutes les fois que l'on décompose un acétate à froid par un grand excès d'ammoniaque.

Pour l'avoir bien cristallisé, on ajoute 60 p. d'eau à 120 p. d'une solution saturée d'acétate tribasique. D'un autre côté on délaie 4 p. d'ammoniaque dans 6 p. d'eau pure, et enfin ces deux liquides étant à la température de $+ 25°$, on les

réunit dans un vase que l'on tient dans un bain d'eau à +30₀. La réaction commence au bout d'une heure. Les cristaux se déposent et grossissent peu à peu, mais il faut quarante-huit heures pour qu'ils soient bien prononcés.

Oxide anhydre. Le protoxide anhydre obtenu par voie humide cristallise en lames rhomboïdales diaphanes, brillantes, argentines, d'une nuance jaunâtre, avec un reflet verdâtre. Ces lames se groupent sur l'un de leurs angles aigus, vers un centre commun, en forme d'aigrettes. Cet oxide se produit quand on décompose la dissolution bouillante d'un acétate par l'ammoniaque en excès.

On peut obtenir l'oxide anhydre et son hydrate simultanément en opérant de la manière suivante. On ajoute 4 v. de solution d'acétate neutre saturée à + 30°, à 100 v. d'eau bouillante, puis on mélange le tout à 45 v. d'ammoniaque à 20°. Au bout d'une demi-heure il se fait comme une pluie de lamelles d'oxide anhydre, et il se produit en même temps des petits corps blancs grenus, qui sont de l'hydrate cristallisé en petits prismes courts, rectangulaires, et terminés par des pyramides à quatre faces.

---

88. *Action de l'acide chromique sur* L'ARGENT ; par M. Wazington. (Ph. mag., déc. 1837.)

Lorsque l'on met de l'argent bien net dans une solution de bichromate de potasse, à laquelle on ajoute de l'acide sulfurique, il se forme du bichromate d'argent cristallin et du sulfate double de potasse et de protoxide de chrôme. On obtient encore du bichromate d'argent, en précipitant un sel d'argent acide quelconque par le

bichromate de potasse. Ce sel cristallise en lames rhomboïdales tronquées sur les angles opposés : il a une réaction acide et il ne se dissout dans l'eau qu'en petite quantité. Quand on le fait bouillir avec ce liquide une partie se dissout et se sépare par refroidissement en beaux cristaux minces d'une superbe couleur cramoisie ; tandis que l'autre partie du sel se transforme en acide chromique et en chromate d'argent, cristallin, vert très-foncé par réflexion, mais cramoisi par transmission.

---

89. *Combinaison d'*OXIDES D'ARGENT ET DE PLOMB *en proportions définies*; par M. Wöhler. (Ann. de Pog., t. 41, p. 344.)

Lorsque l'on verse un excès de potasse dans un mélange d'un sel de plomb et d'un sel d'argent, il se fait un précipité d'un beau jaune, qui est composé de :

Oxide de plomb.	0,6577 — 2 at.
Oxide d'argent.	0,3423 — 1

Ce composé devient noir à la lumière. A la chaleur rouge il se change en argent métallique et oxide de plomb.

Les alcalis caustiques produisent dans les dissolutions mixtes d'un sel d'argent et d'un sel de manganèse un précipité noir, qui est un mélange intime d'argent métallique et de peroxide de manganèse. Il se dissout complétement dans les acides sans dégagement de gaz, parce qu'alors l'argent s'oxide aux dépens du peroxide de manganèse.

---

90. *Sur l'art d'*ARGENTER LE LAITON; par M. Dernen. (Jour. für Ch., t. 10.)

On argente le laiton à chaud ou à froid. Lorsqu'on opère à chaud, on enduit les pièces, préalablement bien décapées au moyen de l'acide sulfurique, avec le mélange argentifère réduit en bouillie; on les fait chauffer sur un feu de charbon jusqu'au rouge faible, on les plonge toutes chaudes dans l'eau, puis on les frotte avec de la crème de tartre pulvérisée. Enfin on recommence les mêmes opérations, mais en ne chauffant les pièces que jusqu'à ce qu'elles ne fument plus.

L'argenture à froid donne de plus beaux résultats : voici comme on y procède. On frotte avec un mélange convenable les pièces décapées et encore chaudes que l'on veut argenter, on les lave dans l'eau, et on les frotte ensuite avec de la crème de tartre en poudre.

On argente encore par fusion, en prenant de l'argent réduit, que l'on mêle avec du borax et du sel ammoniac, et que l'on étend sur le laiton avant de le faire chauffer.

Les mélanges destinés à l'argenture renferment du chlorure d'argent, du chlorure de sodium, du sel ammoniac, du fiel de verre et de la crème de tartre, employés en proportions très-variées. J'ai reconnu que pour argenter à chaud le meilleur mélange doit contenir 1 p. de chlorure d'argent, 4 p. de sel marin, 4 p. de sel ammoniac et 4 p. de fiel de verre, et que pour argenter à froid il doit être composé de 1 p. de chlorure d'argent, 6 p. de chlorure de sodium et 6 p. de crème de tartre.

L'expérience m'a fait voir, 1° que l'on n'argente

que faiblement le laiton en le frottant avec du chlorure d'argent pur et sec ; 2° que si l'on humecte le chlorure et qu'on chauffe jusqu'à l'ébullition, le laiton est corrodé, mais non argenté ; 3° que l'argenture est très-faible lorsque l'on fait chauffer du laiton dans de l'eau tenant du chlorure d'argent en suspension ; 4° que dans les mêmes circonstances, le cuivre rouge ne décompose pas le chlorure d'argent ; 5° que l'argenture s'effectue vite et très-bien, lorsque l'on frotte les pièces avec un mélange humecté de chlorure d'argent, de chlorure de sodium et de sel ammoniac ; ou beaucoup mieux encore, quand on fait chauffer le laiton dans une dissolution concentrée de sel marin ou de sel ammoniac avec du chlorure d'argent ; 6° que le sel ammoniac agit plus efficacement que le sel marin, parce qu'il dissout une plus grande proportion d'argent ; 7° que les argentures préparées comme il vient d'être dit ont une teinte jaune verdâtre, mais que cette teinte disparaît complétement par le frottement avec la crème de tartre ; 8° enfin, que si l'on frotte une plaque de laiton avec un mélange de chlorure d'argent, de sel marin et de mercure, elle prend l'aspect du mercure, que si on la chauffe ensuite pour volatiliser le mercure, elle prend une teinte noire, mais qu'en la frottant ensuite avec de la crème de tartre, elle prend un aspect blanc agréable, et elle se trouve argentée très-solidement.

---

91. *Procédé de* DORURE *par la voie humide*; par M. Elkington de Birmingham. (Sociét. d'Enc., t. 37, p. 33.)

Selon M. Schubacth de Berlin, le procédé in-

venté par M. Elkington est plus prompt et plus économique que l'ancien, et a l'avantage de ne point exposer à des vapeurs dangereuses.

Voici en quoi consiste ce procédé, réduit à sa plus grande simplicité. On dissout de l'or dans une quantité suffisante d'eau régale, et on évapore la dissolution jusqu'à siccité à une chaleur ménagée pour obtenir du chlorure d'or parfaitement neutre. On dissout ce chlorure dans 130 fois son poids d'eau pure, on ajoute peu à peu à la dissolution 7 parties de carbonate de soude critallisé, ou une quantité équivalente de carbonate de potasse, pour 1 partie d'or. La liqueur blanchit et prend une teinte verdâtre; on la met en ébullition dans un vase de porcelaine, et on y plonge les objets que l'on veut dorer, après qu'ils ont été parfaitement décapés. On les y laisse plus ou moins longtemps, selon que l'on veut obtenir une dorure plus ou moins solide, ou selon la proportion d'or que la liqueur renferme : ordinairement une minute suffit. Aussitôt qu'on les a retirés on les lave dans de l'eau distillée et on leur donne la couleur; ils ont alors l'apparence des dorures faites au feu par le mercure.

Au bout d'un certain temps la dissolution prend un degré d'alcalinité prononcé, et elle tient en suspension des oxides métalliques provenant des objets qui y ont été plongés. On la sature alors avec un acide, et on en précipite la petite quantité d'or qu'elle contient encore au moyen du sulfate de fer.

---

92. *Sur le* PLATINE *fondu*; par M. Hare. (Amér. J., octobre 1837.)

J'ai réussi, à l'aide du chalumeau à gaz hydrogène et oxygène, à fondre en une seule pièce malléable, plus de trois quarts de livre de platine; j'ai consommé pour cela près de 135 litres de mélange gazeux. Ce procédé paraît avantageux pour fondre de vieux morceaux de platine qui peuvent encore servir pour faire de nouveaux instruments.

J'ai observé d'ailleurs que le platine fondu a une supériorité marquée sur celui de Wollaston, et qu'il ne se divise jamais en écailles sous le marteau.

---

93. *Sur la fusibilité de l'*IRIDIUM; par M. Bunsen. (Ann. de Pog., t. 31.)

Chlidren était déjà parvenu à fondre de petites quantités d'iridium à l'aide de sa pile gigantesque.

M. Dœbler a réussi à le fondre en globules parfaitement liquides, au moyen du chalumeau colossal à gaz détonnant de son microscope de Cary, et en employant pour support un morceau de charbon ayant servi pendant longtemps aux opérations du chalumeau. A l'aide de cet appareil, il a pu mettre en fusion des morceaux d'iridium du poids d'un gramme. Le développement de lumière qui a lieu pendant cette opération est aussi grand que celui que pourraient produire plusieurs centaines de chandelles. Le métal se fritte rapidement sur les angles et se fond ensuite en un globule brillant. L'expérience réussit le mieux lorsque l'on approche le métal autant que

possible de l'ouverture d'où sort le gaz détonnant. L'iridium paraît alors absorber une quantité considérable de gaz, qui se dégage ensuite par le refroidissement, et produit le phénomène du départ exactement comme l'argent. Après le refroidissement le métal présente de même à la surface de petites excroissances, et il est rempli de cavités à l'intérieur; aussi n'a-t-on trouvé sa densité que de 15,93.

La couleur de l'iridium fondu est le blanc tenant le milieu entre l'argent et l'étain; il présente une surface en partie mate et en partie miroitante, sur laquelle on pourrait remarquer une disposition à la cristallisation. Dans cet état l'iridium est très-cassant et se brise sous le marteau en petits fragments, dont la cassure est à grains fins et très-brillants. Il est plus dur que le fer, il se lime aisément et prend très-bien le poli.

L'iridium s'allie très-facilement avec divers métaux. Une très-petite quantité de cuivre lui donne déjà une teinte rouge pâle. L'alliage, composé de 1 p. d'iridium et 2 p. de cuivre, est d'un rouge pâle : il peut se scier, se limer, se percer, se laminer et se polir; il fond assez aisément et paraît ne pas s'altérer à l'air.

---

94. *Sur la dissolution de* l'IRIDIUM; par M. Fellemberg. (Biblioth. de Gen., t. 9, p. 125.)

L'occasion qui s'est présentée à moi de travailler avec de l'iridium, m'a permis d'essayer la plupart des moyens de dissolution de ce métal indiqués dans les divers ouvrages de Berzélius, de Gmelin et de Berthier. Ils consistent à traiter le métal porphyrisé bien fin, ou avec du nitre et de

la potasse caustique, puis avec des acides, ou avec du chlore sec gazeux à une température élevée, ou enfin, après l'avoir mélangé avec du sel marin, à le chauffer dans un courant de chlore sec. Ce dernier moyen, indiqué par Woehler, est, de ces trois procédés, le plus court, et celui qui donne toujours la plus grande quantité d'iridium en dissolution. La dissolution qu'on obtient après avoir mis dans l'eau le mélange d'iridium et de sel chauffé dans un courant de chlore, contient du chlorure de sodium et du chlorure d'iridium, et ce dernier sel ne peut point être isolé du premier, sans qu'on le décompose pour le reformer ensuite. Cela peut se faire aisément, comme j'en ai fait l'expérience, en précipitant l'iridium de sa dissolution par de l'hydrogène sulfuré, en séparant le sulfure métallique de la liqueur devenue incolore, et en le traitant ensuite, après l'avoir lavé et séché, à la chaleur rouge, par un courant de chlore sec. Dès que le chlore réagit sur le sulfure, il se dégage des vapeurs de chlorure de soufre qu'on reconnaît à leur odeur fétide. La masse, d'abord brune, devient rouge jaunâtre, puis couleur orange foncé. Dès que le dégagement de chlorure de soufre a cessé on augmente la chaleur (donnée par une lampe à alcool à double courant), et on entretient encore quelque temps le courant de chlore. Ensuite on laisse refroidir le chlorure d'iridium dans le chlore, on démonte l'appareil, et on met le chlorure métallique dans l'eau distillée froide; il se dissout immédiatement en une liqueur orange foncé, limpide et sans laisser trace de résidu; cette liqueur est un chloride d'iridium.

Comme le chlore décompose également bien

le sulfure d'iridium obtenu par voie humide et celui obtenu par voie sèche (en chauffant de l'iridium avec du soufre et du carbonate de potasse ou de soude sec), tandis que ce dernier n'est que très-difficilement dissous par l'eau régale bouillante, j'ai imaginé le moyen suivant pour dissoudre l'iridium, procédé qui pourrait être employé en grand.

1° Je réduis l'iridium en poudre impalpable, je le mélange avec quatre fois autant de carbonate de potasse, et deux fois autant de soufre (en fleurs), et je chauffe ce mélange dans un creuset de porcelaine, bien fermé avec un couvercle, pendant une demi-heure, à une très-forte chaleur rouge.

2° Je retire le double sulfure du creuset, je le broie en poudre fine dans un mortier; puis je délaie avec de l'eau dans une grande capsule en porcelaine, jusqu'à ce que la liqueur soit saturée de sulfure alcalin; je laisse déposer, puis je décante la liqueur hépathique, et je répète cette opération jusqu'à ce que les dernières eaux de lavage ne réagissent plus sur un sel de plomb (comme sulfure ou sulfate alcalin). Dès que ce point est atteint, on met la capsule au bain de sable et on sèche à plus de 100° le sulfure d'iridium, qui est noir, brillant, en paillettes cristallines. Ce sulfure est broyé bien fin, et donne ainsi une poudre brune. Celle-ci est traitée, comme on l'a décrit plus haut, dans une boule de verre et à une chaleur rouge, par un courant de chlore sec (séché sur du chlorure de calcium). Le chlorure d'iridium obtenu en différentes parties est dissous chaque fois, et sans aucun résidu, en une liqueur limpide d'une couleur orangée foncée tirant sur le pourpre.

S'il y avait un résidu il proviendrait de ce que l'iridium n'aurait pas entièrement été transformé en sulfure, ce qui est la *condition sine quâ non* de la réussite de ce mode de dissolution.

Ce procédé est, comme l'on voit, plus long que celui de Woehler, mais il donne directement un chlorure métallique sans mélange de chlorure alcalin. Ensuite il s'applique aussi à la dissolution de l'osmium, pour laquelle je l'ai également employé. Mais, dans ce cas, l'expérience m'a appris qu'il convient de chauffer l'osmium avec l'alcali et le soufre, dans un ballon de verre vert, dont le col doit être long, pour que les vapeurs d'osmium puissent s'y condenser. Ensuite il ne faut pas jeter le sulfure alcalin, parce qu'il contient en dissolution du sulfure d'osmium, tandis que le sulfure alcalin obtenu dans la sulfuration de l'iridium, ne contient que des traces à peine sensibles de sulfure d'iridium. En dernier lieu, le sulfure d'osmium, bien séché, doit être traité par le chlore dans une boule munie d'un tube, où les vapeurs d'acide osmique, qui se dégagent toujours dès que le chlorure de soufre ne se forme plus, puissent être recueillies et condensées avec les vapeurs de chloride d'osmium, qui se condensent en poudre rouge de cinabre.

---

95. *Sur la préparation en grand de l'*IRIDIUM *au moyen des résidus de platine*; par M. Frick. (Ann. de Pog., t. 40, p. 209.)

Trois livres de résidus de platine ont été pilés aussi fin que possible dans un mortier de fonte. Il est resté environ ½ once de grains d'un éclat métallique qui ont résisté au pilon. Ces grains étaient de l'osmiure d'iridium qui a été mis à part. La

poudre, passée au tamis de soie, a été porphyrisée, mélangée avec son poids de nitrate de potasse, puis chauffée à une chaleur successivement croissante dans des creusets de porcelaine renfermés dans des creusets de Hesse. Après la calcination les creusets ont été mis à digérer dans de l'eau bouillante. L'eau, ainsi que le dépôt noir qui s'est formé au fond, ont été mis dans de grands vases en verre, où on a laissé le dépôt se séparer. On a décanté ensuite la liqueur A surnageante, qui répandait une odeur très-forte d'osmium. Les dépôts noirs ont été réunis dans un même vase et lavés avec de l'eau chaude. Cette seconde dissolution B a été décantée comme la première et mise à part. Les dépôts ont été séchés et fondus une seconde fois avec leur poids de nitre, etc. Les creusets, ont été repris par les eaux de lavage B, on a décanté et on a réuni la dissolution aux liqueurs A; on a lavé une seconde fois avec de l'eau chaude, et celle-ci a été ensuite employée comme les liqueurs B.

Enfin le dépôt noir a été soumis à une troisième fonte au nitre, et traité ensuite exactement, comme dans les deux premières opérations, après quoi on l'a attaqué dans une capsule de porcelaine avec une eau régale formée de 2 parties d'acide hydrochlorique concentré, et 1 partie d'acide nitrique. On a chauffé doucement sans porter à l'ébullition : cette précaution est indispensable, parce qu'il faut attaquer le moins possible le résidu siliceux, afin d'éviter que la silice gélatineuse empâte toute la masse, et rende ensuite le traitement très-difficile. On a repris ensuite par l'eau bouillante, on a mis la dissolution brune, ainsi que le dépôt, dans de grands vases cylindriques

en verre, et au bout de 24 heures on a décanté la dissolution C. Le dépôt a été lavé plusieurs fois par décantation, et les liqueurs réunies aux premières.

Ce dépôt a de nouveau été broyé et fondu deux fois de suite avec du nitre, et on a repris par de l'eau bouillante; les liqueurs alcalines D n'ont plus été jointes à celles des premières opérations, mais conservées à part. La partie noire, non attaquée, a été traitée de même par l'eau régale, reprise par l'eau, bien lavée, et les dissolutions réunies aux liqueurs C. Cette partie ne se dissout cependant pas encore entièrement cette fois, elle laisse un petit résidu, que l'on réunit à un autre traitement.

Les liqueurs alcalines A ont été rapprochées, puis saturées, après leur entier refroidissement, avec de l'acide nitrique faible, jusqu'à ce qu'il se manifeste une légère réaction acide. On a filtré la dissolution pour la séparer du précipité qui venait de se former, et on a lavé. La liqueur a été mise dans une grande cornue en verre, à laquelle on a adapté un grand récipient, renfermant une certaine quantité de lait de chaux. On a distillé environ la moitié de la liqueur de la cornue; ce qui est resté a été filtré. Les liqueurs sont d'un beau jaune : elles renferment du chromate de potasse.

La liqueur du récipient sentait fortement l'osmium, on l'a saturée avec de l'acide hydrochlorique qui a dissout le tout, puis on a suspendu dans la liqueur une tige de zinc bien décapée qui a précipité complétement l'osmium.

La dissolution C dans l'eau régale a été distribuée dans plusieurs grands vases cylindriques en verre, on y a ajouté une certaine quantité d'acide

sulfurique, et l'on a suspendu dans chaque vase deux tiges de zinc bien décapées, desquelles on a détaché toutes les 24 heures le dépôt métallique qui les a recouvertes. La décomposition a été complète au bout de trois semaines. La liqueur surnageante G a été mise de côté. Quant au dépôt noir, il a été recueilli sur un filtre, bien lavé et séché, c'était de l'iridium pur.

Les liqueurs G ont été évaporées à sec, et le résidu chauffé au rouge sombre. On a repris par l'eau bouillante, acidulée d'acide hydrochlorique, qui a laissé un résidu noir renfermant encore de l'iridium qui a été ajouté à un autre traitement.

La dissolution alcaline D avait une couleur légèrement brune; on l'a saturée avec de l'acide nitrique; il s'est produit un dépôt noir formé par une combinaison d'oxide d'osmium et d'oxide d'iridium; ce dépôt a été également réuni à un nouveau traitement de résidu de platine.

Quant à la liqueur D saturée, on l'a soumise à la distillation, comme la liqueur A, et en procédant de même que pour celle-ci, on est parvenu à obtenir une certaine quantité d'osmium.

Les résidus de la préparation du platine à Saint-Pétersbourg ne renferment que très-peu d'iridium, environ 1 $\frac{3}{4}$ once par livre. La plus grande partie est formée par de l'osmium, et celui-ci se perd presqu'en totalité dans le traitement précédemment décrit. Pour le recueillir il faudrait opérer les fontes au nitre dans des cornues en porcelaine, munies de récipients renfermant du lait de chaux. Mais l'emploi de cette sorte de vases rendrait le traitement extrêmement coûteux.

NOTE

Sur la fabrication du charbon roux en meules;

Par M. E. GUEYMARD, Ingénieur en chef des mines.

On sait quel parti important on pourrait tirer du *charbon roux*, dans le traitement des minerais métalliques. Jusqu'à ce jour, on n'a obtenu ce précieux combustible que dans des appareils placés près du gueulard des hauts-fourneaux. Les métallurgistes ont bien compris qu'opérée ainsi, cette fabrication était trop restreinte et qu'elle ne pouvait convenir qu'à un très-petit nombre d'usines; d'un autre côté, ce procédé est breveté, et c'est encore un inconvénient qui empêche l'emploi du *charbon roux* de se répandre.

J'ai toujours considéré que notre législation sur les brevets d'invention devait être soumise à une révision, et que la loi actuelle, promulguée dans l'intérêt du fisc, était plus nuisible qu'utile au progrès et au développement de l'industrie. Ne vaudrait-il pas mieux que, lorsqu'un savant, un manufacturier ou un artiste, ont fait une découverte essentiellement utile, le gouvernement en devînt propriétaire pour en doter le territoire français? Une semblable institution, digne du siècle, assurerait au génie, ordinairement sans fortune, les mêmes avantages qu'aux capitalistes. Cette observation motive l'initiative que je prends en ce moment contre toute demande en brevet d'invention, relative à la carbonisation du *charbon roux en meules*.

Le *charbon roux* ne pouvant devenir manufacturier que par une carbonisation courante, opérée dans les forêts, je formai, vers l'automne de 1837, le projet de provoquer et de suivre des expériences à ce sujet; mais la saison trop avancée alors me fit ajourner cette entreprise au printemps de cette année.

J'ai été devancé par un des ingénieurs de mon arrondissement, à l'usine de Velleron, département de Vaucluse. Ce premier essai, quoique imparfait, portait à croire que l'on pouvait opérer cette carbonisation *en meules*. Mais il n'a pas été possible de donner les chiffres des produits. Quoi qu'il en soit, cette tentative, due à M. Diday, a une date certaine que l'on trouverait au besoin dans les registres de l'établissement.

Dans les premiers jours de ce mois (juin 1838), M. Charles Durand, banquier, a fait faire une charbonnière *en meules* dans ses forges de Rioupéroux. Malheureusement les instructions que j'avais données n'ont pas été suivies littéralement, mais cependant les résultats obtenus ont dépassé mes espérances.

Le volume de bois soumis à la carbonisation était de $41^{m},987$.

Le poids total était de 11.816 kil.

Les essences soumises à cette opération étaient charmille, châtaignier, bouleau, tremble et coudrier, de l'âge de 18 à 20 ans.

On a obtenu $17^{m},224$ de charbon, pesant 3.681 kilogrammes.

Ce charbon était noir au centre de la meule et roux sur toute la surface. Il y avait à peu près parties égales de l'un et de l'autre.

L'opération n'a duré que dix jours. J'avais prescrit de quinze à seize, en la conduisant très-

lentement, avec des ouvertures très-petites. On comprend bien que, si cette prescription avait été exécutée, on aurait eu plus de charbon roux et moins de charbon noir.

Les expériences vont être reprises et continuées; d'autres maîtres de forges de l'Isère vont aussi s'occuper de la solution de ce problème, qui fait en ce moment le sujet des méditations de tous les métallurgistes.

Par le premier essai, que je viens de citer, 100 kilogr. de bois ont rendu $31^{k.},15$ de charbon roux et noir.

Ordinairement 100 kil. de bois ne donnent que de 17 à 21 kil. de charbon noir. Nous avons donc déjà fait un très-grand pas vers la solution du problème.

Si la réussite est complète, comme il faut l'espérer, elle sera rendue publique d'ici à quelque temps, avec l'agrément de M. Charles Durand. Qu'il me soit permis ici de rappeler tous les sacrifices qu'il a faits à Rioupéroux et à Fourvoirie, dans l'intérêt de la métallurgie du fer! Son amour pour l'industrie et pour son pays nous assure encore de nouveaux succès dans le traitement du plus utile des métaux.

NOTE

Sur les aciéries du département de l'Isère;

Par M. E. GUEYMARD, Ingénieur en chef des mines.

Les aciéries du département de l'Isère sont très-anciennes. Plusieurs titres latins indiquent que ces forges étaient en pleine activité vers le milieu du 13e siècle, et que, sous Charles VIII, elles étaient presque toutes converties en épéeries.

Ces ateliers, comme tous ceux de l'industrie, ont dû suivre le cours des événements; mais, comme les produits ont toujours été de première nécessité, ils n'ont jamais cessé d'occuper un rang distingué dans l'histoire métallurgique.

Toutes les aciéries sont placées sur des cours d'eau abondants; mais depuis longtemps les approvisionnements en combustibles devenaient difficiles. Les procédés d'affinage sont très-anciens; le principe de brasquer le creuset a toujours donné de très-bons aciers, néanmoins cette fabrication laissait beaucoup à désirer : déjà en l'an 3 de la république (1794), MM. Baillet et Rambourg avaient signalé des vices et proposé des améliorations; cependant aucun changement n'avait été fait, par suite du mauvais esprit qui régnait parmi les maîtres de forges.

La première réforme que je pus opérer, il y a 22 ans, apporta quelques changements heureux.

Les charbons ne furent plus reçus que dans une mesure d'égale capacité, et les règlements d'ouvriers, rédigés en conformité des lois, furent surveillés par un syndicat.

La main-d'œuvre et les menus frais, pour 100 kilog. d'acier, s'élevaient à cette époque à 10 fr., et il n'a pas été possible de diminuer ce chiffre exorbitant; il devrait être réduit à 4 fr., et alors on pourrait baisser le prix des aciers de 6 fr. Cette différence nous permettrait de lutter avec l'étranger d'une manière très-avantageuse.

Depuis quelques années, la plus grosse plaie de cette industrie était la difficulté de se procurer le charbon de bois à un prix convenable. On conçoit bien que lorsque les matières premières et la main-d'œuvre augmentent, si le prix des produits fabriqués doit diminuer par suite d'une trop grande concurrence, il faut renoncer à toute fabrication. Déjà le commerce de la ganterie et du chanvre dans le département de l'Isère est fortement menacé, parce que nous n'avons pas marché assez rapidement dans la voie du progrès; faudrait-il perdre encore une industrie qui livre pour 1.200.000 fr. d'acier par an aux manufactures d'armes royales, aux carrossiers, aux couteliers et à l'agriculture.

Depuis 20 ans je demandais à grands cris des expériences faites avec les combustibles fossiles. Je ne prévoyais pas qu'il y eût une autre planche de salut pour nos aciéries.

Le problème est aujourd'hui résolu par les soins et les travaux de MM. Gourju, à Rives, et Plantier fils, à Trelins; leurs aciéries sont en pleine activité, avec *l'aplomb manufacturier.*

Deux autres établissements, Bonpertuis et Do-

mêne, ont employé le même procédé depuis quelques mois. Enfin MM. Blanchet frères, à Fure, ont monté des ateliers d'un autre genre, sur une grande échelle, pour arriver au même but. Ils sont en activité depuis quelques jours, et j'ai suivi leurs premières expériences avec tout l'intérêt que je porte à de semblables usines.

Il est nécessaire aujourd'hui que je rende compte de cette nouvelle révolution qui nous assure à jamais le commerce d'une fabrication dont nous jouissons depuis le treizième siècle. J'y suis d'autant plus obligé, que les ennemis des progrès ne manqueront pas de dire que les nouveaux aciers ne valent rien, ou qu'ils sont inférieurs aux anciens.

Par l'ancien procédé, on affinait la fonte au charbon de bois, et on étirait les massets avec le même combustible : il fallait 300 de charbon pour 100 d'acier.

Par la nouvelle méthode, on affine au charbon de bois en dépensant 150 de combustible pour 100 d'acier. On étire les massets à la houille dans un *fourneau particulier*, *très-ingénieux et tellement parfait que le combustible n'est pas en contact avec le masset. Il est physiquement et chimiquement impossible que la nature de l'acier puisse être altérée*. Quiconque voudra voir cette manipulation, ne pourra pas en tirer d'autre conséquence.

Aujourd'hui j'ai trop d'expérience dans les manufactures pour me reposer sur une argumentation de science; il faut persuader les hommes de métier, et le seul langage qui convienne, c'est l'expérience.

Le plus grand débouché de nos aciers est la

ville de Paris pour les ressorts de voitures. J'ai en conséquence fait faire des essais à Grenoble par les carrossiers les plus habiles de cette ville que je connaissais depuis longtemps. Je leur ai laissé ignorer l'origine des barres d'acier, et ils les ont soumises à toutes les *expériences imaginables.* Je transcris ici l'extrait des procès-verbaux.

M. Faure, carrossier, rue Neuve, a essayé les aciers corroyés de la forge de Trelins. Il a trouvé que celui qui avait été fabriqué par l'ancien procédé ne laissait rien à désirer et qu'il n'y avait aucun acier français qui dût lui être préféré.

Il a porté le même jugement sur l'acier fabriqué par le nouveau procédé.

M. Bailly, rue Saint-Jacques, a été chargé des expériences des aciers non corroyés.

Celui qui provient de la fabrication ancienne a été regardé par lui comme l'équivalent de la meilleure fabrication rivoise. L'acier produit par le nouveau procédé a été jugé un peu supérieur.

M. Arnoux, rue Créqui, a essayé les mêmes aciers que M. Faure. Il a donné une légère préférence à l'acier obtenu par le nouveau procédé, mais en ajoutant qu'il n'y a presque pas de différence entre les deux produits.

Son troisième essai a été fait sur l'acier brut, non corroyé, obtenu par le nouveau procédé. Il a trouvé cet acier semblable à ceux que produisent les forges de Rives, qui ne travaillent qu'au charbon de bois.

Ainsi donc l'expérience vient de confirmer les prévisions scientifiques. Les succès obtenus intéressent aussi bien la France entière que nos contrées; ils assurent au département, à perpétuité, le commerce le plus ancien que nous avions.

Nous pouvons donc fabriquer pour 1.200.000 fr. d'acier par an, en ne dépensant que la moitié de charbon de bois que nous avons consommé jusqu'à présent, ou bien nous pourrons doubler le produit et porter le chiffre à 2.400.000 fr., si nous voulons employer la même quantité de combustible bois.

Le département de l'Isère, qui était en retard de 200 à 300 ans dans la métallurgie, a, depuis 1813, marché dans la ligne des progrès à pas de géant. C'est dans son périmètre que l'air chaud dans les hauts-fourneaux a été essayé avec un brillant succès. On ne trouve plus de vestiges de ces formes antiques dans nos ateliers métallurgiques. La méthode bergamasque, la plus défectueuse de toutes, a résisté pendant 400 à 500 ans dans le Dauphiné, la Savoie et le Piémont. Aujourd'hui il n'en reste pas la moindre trace sur les rives de l'Isère, grâce au zèle et à la persévérance des maîtres de forges qui ont bien voulu suivre l'impulsion donnée par les ingénieurs depuis 1811.

Il se prépare encore d'autres succès métallurgiques relatifs au traitement d'un grand nombre de métaux. Les expériences que nous avons commencées nous donnent déjà des espérances, et nous comptons pouvoir les rendre publiques dans quelques mois.

DESCRIPTION

De divers feux d'affinerie perfectionnés;

Par M. GUENYVEAU, Ingénieur en chef et professeur de minéralurgie à l'École royale des mines de Paris.

L'affinage de la fonte avec le charbon de bois a reçu, dans ces derniers temps, divers perfectionnements qu'il importe de répandre, afin de les faire adopter dans les forges, et dans le but de voir substituer à nos anciens feux, les nouveaux fourneaux qui ont le mieux réussi.

Le principal objet de ces perfectionnements a été d'épargner du combustible; on y est parvenu par diverses dispositions; et, en les réunissant et les faisant concourir à ce but, dans un même appareil tel que celui de Laufen, et des forges du grand duc de Bade, la quantité du charbon consommé pour fabriquer le fer en barres, a été diminuée de près de moitié.

Nous avons déjà eu une occasion récente (1), d'indiquer les diverses améliorations que des essais heureux ont fait adopter dans plusieurs usines à fer de la France et de l'Allemagne; nous en avons énuméré trois, dont le succès paraît assuré dans tous les cas, et pour toute espèce de fonte, et

---

(1) *Mémoire sur l'état de la fabrication du fer et l'avenir des forges. Ann. des mines*, 3e série, tom. XII, p. 259 et 467.

une autre dont l'avantage souffre quelques exceptions.

Ces quatre moyens nouveaux ajoutés au procédé ancien de l'affinage de la fonte, et qui ne changent rien à la manière d'opérer, au travail de l'ouvrier dans le creuset, consistent en ceci : 1° à recouvrir le feu d'une voûte assez élevée; 2° à faire chauffer la fonte hors du creuset, avant de la liquéfier; 3° à employer les flammes perdues du foyer, pour chauffer un four destiné au réchauffage du fer dont on vient de terminer l'affinage; 4° dans l'emploi de l'air chauffé, et dont l'élévation de température est produite par la même flamme du creuset.

Nous allons exposer les détails de ces dispositions dans l'ordre qui vient d'être indiqué, parce que c'est celui dans lequel elles se présentent en raison de leur simplicité, et peut-être aussi de leur importance relativement à l'économie du charbon.

I. *Des feux d'affinerie recouverts d'une voûte.*

On a sans doute eu depuis longtemps la pensée de recouvrir les feux d'affinerie par une voûte, afin, comme on dit, de concentrer la chaleur, ou plutôt pour ajouter à celle qui est appliquée dans le foyer, l'effet de l'irradiation d'une voûte; ce que l'on voit d'ailleurs pratiqué dans les opérations du raffinage de l'acier.

Cette conception a été réalisée, il y a près de trente ans, dans quelques forges du Nivernais, puis abandonnée, et en quelque sorte oubliée, jusqu'à ce que l'élévation du prix du charbon de bois ait obligé de recourir à tous les moyens propres à

en diminuer la consommation, dans le travail du fer.

MM. Riondel et Poirier sont les premiers qui aient fait travailler avec succès, dans un feu recouvert d'une voûte, établi dans leur forge de Prémery (Nièvre) (1).

« Leur but était de diminuer la consommation du combustible, en évitant la déperdition de la chaleur, et en la concentrant dans le foyer.

» Pour cela, ils ont entouré chaque feu, sans y rien changer d'ailleurs, d'une maçonnerie en briques voûtée, et n'ayant d'autres ouvertures que celles nécessaires pour la manœuvre des ouvriers, et l'issue des gaz qui résultent de la combustion.

» Ils ont remarqué que l'on économisait ainsi une grande quantité de combustible, et que l'opération allait plus vite qu'à l'ordinaire; mais les ouvriers se sont plaints de n'avoir pas toute l'aisance possible pour travailler dans le foyer, et d'être extrêmement incommodés par la chaleur que lancent sur eux les briques. Ils ont aussi prétendu que le fer perdait quelque chose de sa qualité : ces inconvénients ont déterminé presque tous les maîtres de forges à abandonner ce procédé. » (2)

C'est cette même disposition, dont les avantages étaient déjà constatés depuis longtemps, ainsi qu'on vient de le voir, et qui a le mérite d'être applicable, sans grande dépense, à tous les anciens feux

---

(1) La disposition de leur feu est représentée par les *fig.* 10 à 14 de la Pl. I du *Journal des Mines*, t. XXXV, année 1814.

(2) *Idem*, p. 390.

d'affinerie, qui a été reproduite, ou peut-être inventée de nouveau, comme cela arrive souvent; et on la trouve actuellement employée dans un certain nombre d'usines de la Champagne et de la Franche-Comté : toutefois, il ne paraît pas que l'on ait remédié aux inconvénients dont on s'était plaint anciennement.

Les *fig.* 1 à 3 de la *Pl. V* (1) représentent le feu d'affinerie couvert de la forge de Bondreville (Côte-d'Or); les dimensions tracées ne sont pas rigoureusement exactes, mais suffisantes pour qu'on puisse exécuter une disposition semblable partout où on le voudra.

Ce feu produit 900 kilog. de fer en barres par 24 heures. La consommation en fonte est de 1.330 kil. pour 1.000 kil. de fer marchand; on n'a pu savoir exactement la consommation en charbon dans cette forge; mais il est certain qu'elle est beaucoup moindre que dans les affineries ordinaires, et on assure que la diminution produite par l'emploi de la voûte, est entre $\frac{1}{5}$ et $\frac{1}{7}$ de l'ancienne consommation.

J'ai déjà eu occasion de rapporter que, dans quelques usines où les feux sont recouverts, cette économie sur le charbon, était de 30 à 36 pieds cubes par 1.000 kilogrammes de fer fabriqué; c'est un peu moins de $\frac{1}{6}$ de ce qu'elle était dans ces mêmes forges.

Outre l'inconvénient d'une plus grande chaleur éprouvée par les ouvriers, on a bien réellement reconnu que la qualité du fer obtenu par ce pro-

---

(1) Voyez l'explication des *Planches V et VI* à la fin du Mémoire.

cédé, est un peu inférieure à celle du métal préparé dans les feux ouverts.

Suivant quelques maîtres de forges, cela tiendrait principalement à ce qu'il tombe assez fréquemment de la voûte, et sur le fer, surtout quand on le réchauffe pour l'étirer, des matières plus ou moins bien fondues (combinaison de cendres, de sable et d'oxide de fer), qui s'étaient attachées aux parois intérieures de cette voûte, après avoir été entraînées par le vent de la tuyère; ces matières, en s'incrustant dans les barres par l'effet de la compression du marteau, le rendent plus ou moins pailleux.

M. de Larbre, maître de forge près de Saint-Dizier, croit que la diminution observée dans la qualité du fer que l'on fabrique dans les foyers couverts, dépend de ce qu'il est presque toujours plus ou moins *grillé* (ou brûlé); cela vient de ce que l'affineur ne travaillant pas assez vite son fer lorsqu'il est complétement purifié, ce métal se brûle, et ne peut plus ensuite prendre du nerf.

Néanmoins, on voit cette disposition employée dans les forges qui produisent le meilleur fer de la Champagne, celui qui est dit *de roche*, et parce qu'il n'est plus possible, à l'époque actuelle, de négliger rien de ce qui peut procurer une économie notable de charbon.

Le chauffage préalable de la fonte, avant de l'introduire dans le creuset où elle doit être fondue, peut être pratiqué avec une grande facilité dans les foyers couverts d'une voûte; il suffit de ménager dans l'un des pieds-droits (soutiens) de la voûte, une banquette sur laquelle on placera des saumons de fonte, au moyen d'une ouverture extérieure à fermeture; on les fera

tomber ensuite dans le creuset lorsqu'on commencera un nouvel affinage.

Toutefois, cet échauffement préliminaire est le plus ordinairement pratiqué dans des fours accessoires, qui servent en même temps à réchauffer le fer à étirer; nous allons indiquer tout à l'heure ce genre de perfectionnement.

Quant à ce qui concerne spécialement l'échauffement de la fonte à affiner, il nous suffit de dire qu'il ne peut manquer de produire une certaine économie de charbon, mais que ce procédé ne convient pas pour toute espèce de fonte (1), surtout pour celles qui demandent à être fondues lentement sous le vent de la tuyère, c'est-à-dire pour les fontes *tendres* ou phosphoreuses; car alors, ainsi que l'expérience l'a montré, la qualité du fer a toujours paru diminuée; et, en effet, la condition dont nous venons de parler ne se trouve plus remplie, parce que la fusion de la fonte déjà chauffée au rouge s'effectue nécessairement avec rapidité.

II. *Des feux d'affinerie accompagnés de fours à réchauffer le fer.*

Il y a maintenant en France et en Allemagne un certain nombre de forges où l'on voit des feux d'affinerie accompagnés de fours à réchauffer le fer, et qui reçoivent les flammes perdues des foyers immédiatement au sortir du creuset; pour introduire ces flammes dans les fours à sole horizontale, il est indispensable de la détourner de sa direction

---

(1) *De l'état de la fabrication du fer*, IIe partie. *Ann. des mines*, 3e série, tom. XII, p. 467.

verticale, et, par suite, tout naturel d'employer, pour obtenir ce résultat, une voûte qui recouvre le feu et conduise la flamme qui en sort vers une ouverture qui sera l'entrée de la sole; c'est ainsi que, le plus souvent, on trouve réunis ensemble, et pour concourir au même but, la voûte et le four à réchauffer, sans qu'on se soit d'ailleurs rendu compte de l'effet qu'aurait pu produire, employé séparément, chacun de ces perfectionnements; leurs avantages, se trouvant confondus, ne pouvaient manquer d'être notables, et partout on s'est bien trouvé de ces dispositions : les mieux entendues, parmi celles que j'ai vues ou dont j'ai eu connaissance, sont établies à Hayanges (Moselle), à Haraucourt, près de Sedan, à la forge de Cran (près d'Annecy, Savoie); enfin à Audincourt, près de Montbéliard, on a réuni les flammes de deux feux d'affinerie pour échauffer plusieurs fours où on la fait passer successivement, et où elle sert à chauffer des tôles à fer-blanc qu'on lamine sous des cylindres; on a obtenu de ces constructions bien simples, une économie considérable sur la houille qui était consommée auparavant pour cet objet, car on a pu supprimer entièrement les fours à réverbère qu'on employait pour exécuter ce réchauffage.

Nous ne donnerons pas de description des feux d'affinerie munis seulement de fours accessoires ou soles à réchauffer, parce que leur disposition se trouve comprise dans les appareils ou fourneaux dont il nous reste à parler, qui sont encore plus perfectionnés que ceux-là, en ce qu'ils comprennent un appareil à chauffer l'air, et que l'objet principal de ce mémoire est de les faire connaître.

III. *De l'emploi de l'air chauffé pour l'affinage de la fonte, dans les feux d'affinerie.*

Je n'aurais rien à ajouter à ce que j'ai publié récemment (1) sur les effets et les résultats produits par le vent chaud appliqué à l'affinage de la fonte, si je n'avais eu connaissance, depuis cette époque, de divers essais et expériences faites dans plusieurs forges de l'Allemagne, et notamment aux usines royales du Hartz et de la Silésie prussienne; ces résultats et les conclusions qu'on en a déduites devant être considérés comme ayant toute l'exactitude que comporte la matière, nous croyons devoir en donner un résumé succinct, d'après le mémoire de M. Wachler de Malapane (2).

L'auteur a traité les principales questions qui se rapportent à l'affinage par l'air chauffé de diverses espèces de fonte : les unes fabriquées à l'air froid, et les autres à l'air chaud. Des affinages

---

(1) *Mémoire sur l'état de la fabrication du fer et l'avenir des forges*, II[e] partie.

(2) Imprimé dans les *Archives de M. Karsten*, pour 1837, tom. X, pag. 703.

Ce Mémoire est d'un assez haut intérêt pour que l'on en fasse une traduction complète, et pour qu'on l'insère, au moins par extrait, dans les *Annales des Mines*, afin de faire connaître tout ce qui se rapporte à divers appareils pour chauffer l'air, à la construction des buses et tuyères, aux dispositions propres à donner à volonté de l'air chaud ou de l'air froid, dans les foyers et fourneaux; enfin les changements qu'il peut être utile de faire dans la manière accoutumée de *monter le feu*, lorsqu'on remplace l'air froid par l'air chauffé (p. 203).

comparatifs ont été faits sur l'une et sur l'autre, et si l'on a trouvé (comme en France) que l'opération était un peu plus difficile sur les dernières, et en se servant du vent froid, l'échauffement de l'air a rétabli l'égalité sous ce rapport; car il a été bien reconnu, par les expériences faites à Kœnigsbronn (Wurtemberg), que l'affinage de la fonte fabriquée avec le vent chaud s'opérait bien plus aisément avec l'air chauffé qu'avec l'air froid. Ce fait a été également constaté dans une des forges de la Franche-Comté, près de Besançon. Quant à l'influence du nouveau procédé d'affinage sur la qualité du fer obtenu des fontes tendres, ou phosphoreuses (*sphœrosidérite*), l'auteur constate seulement que l'affinage à l'air chaud a également bien réussi, surtout en graduant la température de l'air projeté

En France, aux forges du Bas-Rhin, on a obtenu une amélioration notable dans la qualité du fer, ainsi que je l'ai déjà rapporté.

Les résultats des essais et expériences comparés, faits aux Hartz avec le plus grand soin sur l'affinage de la fonte (1) effectué avec l'air froid et avec l'air chauffé (à une température de 150 à 200° R. = 250° c., pendant toute la durée de l'opération), sont les suivants (2) :

1. Il se forma moins de scories qu'à l'ordinaire, ce qui prouve que le vent chaud ne scorifie pas le fer plus que l'air froid, et il en résulte un produit plus considérable.

---

(1) La fonte, fabriquée à l'air chaud, n'a pas consommé plus de charbon pour être affinée, que la fonte à l'air froid.

(2) *Archives de M. Karsten*, t. X, pag. 715.

2. Il y a moins de battiture formée au *cinglage* des loupes, et en conséquence le fer est plus soudable, ce qui est très-évident lorsqu'on le forge.

3. L'affinage, en raison d'une marche plus lente (*rohgange*), exige plus de temps.

4. On épargne un peu de temps au forgeage.

5. La consommation du combustible est diminuée d'une quantité notable, puisqu'on épargne toujours plus *du quart* de celui qui est brûlé, quand on affine avec de l'air froid.

6. En raison de la lenteur de l'affinage par le vent chaud, les scories crues, très-liquides, exercent une action destructive sur la plaque du fond du creuset et sur la tuyère.

Pour remédier à ces inconvénients, et en même temps à la marche trop crue de l'affinage, on a employé les divers moyens que voici :

a). Un rétrécissement du creuset; *b*) on a monté le feu plus plat; *c*) on a ajouté une plus grande proportion de scories douces et de battitures; *d*) on a ajouté de la ferraille.

7. Il y a une diminution dans la quantité de scories formées; et les plus riches parmi celles-ci, contenant une moindre proportion de fer qu'à l'air froid, c'est une preuve que l'air chaud est moins oxidant et plus favorable à la réduction que celui-là.

8 et 9. Quant *au rendu* de la fonte à l'affinage et à la consommation du charbon, on voit : *a*) qu'à Kœnigshütte (Silésie), celle qui donnait à l'air froid 77,50 p. 100 de fer, a donné 79,49 avec l'air chauffé; et en consommant 169 liv. de

charbon dans le premier cas, et seulement 157 dans le second; *b*), à *Elend*, au Hartz, de la fonte fabriquée au vent froid, qui a rendu à l'air froid 76,47 de fer, en consommant 151 liv. de charbon, a donné par le vent chaud 78,97, et consommé 151 liv. De la fonte fabriquée au vent chaud, qui rendait au vent froid 77,02, a rendu 78,97; à Rübeland (Hartz), le rendu de la fonte fabriquée au vent froid, a été de 75,10 par l'affinage à l'air froid, et en consommant 163 liv. de charbon; en l'affinant avec de l'air chauffé, on a eu 79,33 de fer, et on a brûlé 113 de charbon.

A Tanne, on a eu les nombres 75,85 et 77,97 pour le fer rendu, et pour la consommation, 189 et 185 kil. de charbon à l'air froid et à l'air chaud employés pendant l'affinage. On a fait aussi à Silberaaler-Hammer, des essais d'affinage avec *un mélange d'air chauffé et de vapeur d'eau*; le rendu de la fonte a été peu différent de celui obtenu avec l'air chaud employé seul, mais la consommation du charbon a été diminuée de 155 kil. à 144 kil., toujours pour 100 kil. de fer en barres fabriqué; nous reviendrons sur ce nouveau procédé.

En résumé : *le rendu* en fer, par l'affinage à l'air chauffé, a été augmenté de 4 p. o/o, la qualité du fer étant demeurée très-bonne, puisqu'il ne s'est trouvé que 7,3 p. o/o de barres qui n'ont pu supporter les épreuves (1); nous avons dit que l'économie de charbon était souvent de un quart.

L'auteur ajoute, après l'exposé de ces divers ré-

(1) *Archives de M. Karsten*, même volume, pag. 713.

sultats, qu'on ne saurait douter que les avantages signalés dans les expériences, ne deviennent encore plus considérables, lorsque les ouvriers auront acquis l'habitude de cette nouvelle manière de travailler.

D'après diverses observations, on a cru, dans quelques forges, qu'il était avantageux de n'employer le vent chaud qu'au commencement de l'opération, pendant le réchauffage des barres à étirer, et jusqu'à ce que la fusion de la fonte fût complète; on a même pensé qu'il convenait de faire varier cet emploi de l'un et de l'autre, suivant les époques de l'affinage (1).

Il a semblé que le métal demeurait trop longtemps liquide au fond du creuset lorsqu'on employait un vent trop chaud à la fin de l'opération, et dans quelques essais on a obtenu un bon résultat, en diminuant et réglant la température de l'air projeté ainsi qu'il suit :

	A Abstgemünd.	A Kœnigshütte.
Pendant le forgeage des barres	205° R.	137° R.
— l'affinage lent (*Rohfrischen*).	168	140
— l'affinage vif (*Gaarfrischen*).	172	125
— l'avalage.	184	123

Au reste, sous le rapport de la diminution qui a lieu, soit dans le temps employé, soit dans la quantité de charbon consommé, l'avantage de l'emploi du vent chaud résulte principalement de ce que le forgeage s'exécute plus rapidement,

(1) *Idem*, pag. 714.

ainsi que la fusion de la fonte; et cela est surtout important lorsque, comme en Allemagne, on forme des loupes qui dépassent le poids de un quintal métrique (1).

IV. *Description des feux d'affinerie dits* GLÜHOFEN, *employés à Laufen (près de Schaffouse), et dans les forges du Grand-Duc de Bade.*

Le nouveau feu d'affinerie (2) imaginé et employé à la forge de Schaffouse, chez MM. Neehr, ainsi que ceux que l'on a construits d'après ce modèle dans les forges grand-ducales, présentent un creuset formé de plaques de fonte, comme à l'ordinaire, mais accompagné de différentes dispositions accessoires, qui consistent en ceci : 1° une voûte établie au-dessus de ce creuset, et destinée surtout à changer la direction du courant de flamme, pour la conduire dans...; 2° le four à réchauffer, qui est, à proprement parler, le *glühofen*; il est chauffé par la flamme perdue du foyer, et sert à réchauffer la fonte avant de l'introduire dans le creuset, et aussi le fer provenant d'un affinage précédent, pour l'étirer en barres; 3° enfin, l'appareil dans lequel l'air est échauffé avant d'être lancé dans le foyer.

Si l'on ne voulait pas faire usage du vent chaud on pourrait supprimer l'appareil de tuyaux dont il s'agit, et cela ne changerait rien aux dispositions principales de ce fourneau; enfin, si l'on ne trouvait pas avantageux de soumettre la fonte

(1) *Idem*, pag. 728.
(2) Voyez la *Pl. VI*.

à un échauffement préliminaire, il suffirait de s'abstenir de la placer dans le four à réchauffer.

1° *Du fourneau d'affinage de Laufen.*

L'usine à fer de Laufen, située près de Schaffouse, et qui compose une petite partie du paysage qui encadre la célèbre cataracte du Rhin, se compose d'un haut-fourneau, d'un cubilot, de deux feux d'affinerie construits suivant les nouvelles dispositions que nous allons faire connaître; d'un ou deux foyers de chaufferie à la houille, et alimentés par de l'air chaud; il y a des marteaux, des martinets, etc. Le vent est fourni par de belles trompes en fonte, les unes de 12, les autres de 16 mètres de hauteur, et qui reçoivent l'eau du fleuve, prise à la partie supérieure de la chute.

MM. Neehr ont essayé, dès l'origine, d'employer l'air chaud dans leurs affineries, et s'en sont bien trouvés; l'appareil, dont ils faisaient encore usage il y a deux ans, permettait de donner à volonté le vent froid et le vent chaud; et, en effet, on n'employait ce dernier que pendant le forgeage; c'est ce qu'on peut voir dans le mémoire de M. Combes, ingénieur en chef (1), qui a visité cette forge en 1834.

Maintenant, et d'après les dispositions du nouvel appareil, le vent est employé constamment chaud pendant toute la durée de l'affinage.

Le fourneau, dit *Glühofen*, était en activité depuis environ huit mois, lors de mon passage à Schaffouse, en juillet 1837; les *fig.* 1 à 4 de la

(1) *Annales des Mines*, troisième série, tom. VI.

Pl. VI (1), montrent toutes les parties de ce nouveau fourneau, et on les distinguera fort aisément dans la coupe, *fig.* 2.

Les parois extérieures sont en fonte de fer, en plaques, qui forment le revêtement de la maçonnerie en briques; le fourneau est isolé, et dans tous les cas il doit être abordable, non-seulement en face, mais sur les deux côtés latéraux.

Le creuset où s'opère l'affinage de la fonte n'a éprouvé aucun changement, non plus que l'opération en elle-même, c'est pourquoi nous n'avons rien de particulier à en dire.

On voit que la flamme, au sortir du creuset, va d'abord frapper la voûte qui est au-dessus, puis de là se répand dans le four à réchauffer, et, passant dans la cheminée, enveloppe les tuyaux en fonte où circule l'air qui est poussé par la machine soufflante, et se rend à la tuyère, après avoir été échauffé convenablement.

Le four, qui est proprement le *Glühofen*, présente, sur la même face, deux portes fermant à bascule, par lesquelles on introduit le métal à réchauffer sur la sole; ce métal consiste, 1° dans la fonte (en saumons) que l'on place près du creuset, afin de l'y faire tomber plus facilement, lorsqu'un affinage est terminé; l'affineur la reçoit, l'arrange convenablement, et la recouvre de charbon pour la faire fondre; 2° dans les barres de fer provenant de l'opération précédente, et que l'on place sur la sole formée de briques réfractaires, ainsi que la voûte; on les introduit par l'une et l'autre

(1) Voyez l'explication des *Planches V et VI* à la fin de ce Mémoire.

porte; elles sont chauffées dans une position transversale à l'axe du fourneau, et leur extrémité, passant par-dessous les portes, se montre à l'extérieur.

L'appareil de chauffage pour l'air est extrêmement simple et remplit très-bien son objet; il consiste, comme on voit, en un tuyau qui traverse plusieurs fois la cheminée dans laquelle s'élèvent les flammes et les fumées; les joints de ces tuyaux sont extérieurs, de manière qu'ils sont moins échauffés que le reste, et que les luts résistent longtemps; une porte permet de pénétrer dans l'intérieur de cette cheminée pour nettoyer l'extérieur des tuyaux.

Cette même disposition est employée avec succès pour chauffer l'air lancé dans le haut-fourneau de cette usine; seulement il y a un tuyau horizontal de plus. Le diamètre extérieur des tuyaux est de 8 po., leur épaisseur est de [illegible] po. pour les deux inférieurs, et de [illegible] de pouce pour les deux supérieurs, dans *le Glühofen*.

De l'affinage. La fonte est blanche et sous la forme de gueusets de 20 à 25 kilog.; elle provient du fourneau de Plons, près de Sargans (1).

On affine à la fois 300 liv. (150 kilog.) de cette fonte, que l'on fait passer de la sole à réchauffer dans le creuset, et qui se trouve alors au rouge vif; la manœuvre est facilitée au moyen d'un ringard supporté par une chaîne à crochet attachée à une potence tournante.

L'air, à la tuyère, est constamment à une température de 200° R., suivant ce que l'on m'a assuré,

(1) Voyez le Mémoire de M. Combes, dans les *Annales des Mines*, 3e série, tom. VI.

et on le donne pendant toute l'opération, ce qui n'avait pas lieu en 1834.

L'affinage dure environ trois heures; le déchet sur la fonte est communément de 20 p. o/o, c'est-à-dire que l'affineur rend 80 de fer pour 100 de fonte qu'on lui a donné; mais il rend quelquefois 83 ou 85. Ce résultat, plus avantageux que celui qu'on obtient ailleurs, se retrouve dans les forges Grand-Ducales, et n'est point dû aux nouveaux appareils; mais le réchauffage de la fonte et du fer à étirer, se faisant maintenant dans le Glühofen, cela permet de fabriquer un tiers de plus de fer qu'on ne pouvait le faire dans les anciens feux; à Laufen, le produit d'une semaine (6 jours de travail) est d'environ 4.000 kilog.

La consommation en charbon est de 10 pieds $\frac{1}{2}$ cubes pour 100 liv. de Bade (équivalant à 50 kil.) de fer en barres; c'est donc 21 pieds cubes de Bade pour 100 kil. (1). Lorsqu'on travaillait à l'air chauffé seulement, et sans réchauffer la fonte ni le fer dans un four accessoire, on consommait 30 pieds cubes de charbon; plus anciennement encore, dans le simple feu d'affinerie, c'était 40, 44, et jusqu'à 48 pieds cubes.

La diminution totale qu'a procuré le fourneau actuel que nous avons décrit, est donc de près de moitié; à la vérité et, comme on l'a vu, cet appareil réunit les meilleures dispositions imaginées jusqu'ici pour épargner le charbon: voûte qui recouvre le feu, réchauffage de la fonte et du fer, enfin emploi de l'air chaud. On m'a dit que la construction d'un fourneau tel que celui de Laufen pouvait coûter de 8 à 900 fr., supposé que

(1) Le pied de Bade $=0^{m},30$.

l'on trouve tout établis la machine soufflante, la halle, etc.

2° *Des feux d'affinerie, dits* GLÜHOFEN, *construits dans les usines du Grand-Duc de Bade*, *en* 1837.

Lorsque j'ai visité les forges de *Hausen* et de *Albrück*, on y construisait de nouveaux feux d'affinerie, imités de ceux de Laufen (1); seulement on en avait accolé deux l'un à l'autre, afin de leur donner une cheminée commune, comme on le voit par les *fig.* 4 à 8 de la *Pl. V.*

Les anciens feux, que l'on allait remplacer, n'avaient rien de particulier, si ce n'est qu'on y avait adapté un appareil pour chauffer l'air, et consistant en un serpentin en fonte, dont les spires, placées au-dessus du creuset, étaient constamment environnées de la flamme qui s'en échappe pour passer dans la cheminée: celle-ci étant fort large à sa base, et le serpentin non plus que la flamme, n'étant point renfermés, l'air extérieur se mêle à celle-ci et la refroidit, ainsi que le serpentin; aussi l'air n'est-il jamais chauffé qu'à une température médiocre, et à la tuyère la chaleur ne s'élève pas à plus de 80, 85 ou 90° R.; cependant on en obtient des effets avantageux. On assure que la consommation en charbon, et pour 50 kil. de fer en barres, a été réduite, par l'effet de ce seul changement; par le travail au vent chaud, de 22 ou

(1) On a aussi remplacé, dans les forges du prince de Furchtenberg, à Hammereisenbach, les anciens feux par des fourneaux analogues à celui de Laufen, quant au but; mais les dispositions en sont moins avantageuses. J'ai appris qu'on avait cessé d'employer les dispositions primitives.

24 pieds cubes, à 16 ou 18; on évalue dans ces forges l'économie à 17 p. 0/0, terme moyen (1).

Ce moyen de chauffer l'air, très-simple et peu dispendieux à établir, puisqu'il ne demande que des tuyaux placés au-dessus du feu, et l'élévation des soufflets à 6 ou 7 pieds environ, doit être considéré plutôt comme un mode d'essai que comme une disposition à conserver; on y reconnaît d'ailleurs les mêmes inconvénients qu'on a éprouvés à Zinswiller (Bas-Rhin), et dont j'ai parlé précédemment.

Les nouveaux feux d'affinerie, représentés par les *fig.* 4 à 8 de la *Pl. V* (2), ne montrent de différence avec celui de Laufen (*Pl. VI*) que par le changement qu'on a fait à l'appareil de chauffage pour l'air, en substituant aux tuyaux placés dans la cheminée (*fig.* 2 et 4, *Pl. VI*) une boîte en fonte fixée au-dessus du foyer, et dans laquelle circule l'air que l'on veut échauffer.

Je ne connais pas les motifs qui ont déterminé ce changement; je n'y vois d'autre avantage que celui de ne pas être obligé d'élever autant le point d'entrée de l'air dans l'appareil, ce qui n'avait, il est vrai, aucun inconvénient avec les trompes de Laufen; mais il est à craindre que la boîte ne souffre beaucoup de l'action immédiate de la

---

(1) On pensait toutefois qu'elle pourrait être plus considérable, en employant de l'air plus fortement échauffé.

Lorsque j'ai dit que dans plusieurs forges, en France, on n'avait obtenu aucun avantage en affinant à l'air chaud, on m'a répondu que cela pouvait tenir à ce qu'on affinait toujours très-vite dans nos usines : différents faits, venus à ma connaissance, m'ont paru confirmer cet aperçu.

(2) Voyez l'explication à la fin du Mémoire.

flamme; qu'elle ne se brise par des variations brusques de température, ou par une bouffée d'air froid; enfin, il s'y attachera vraisemblablement des matières entraînées par le vent de la tuyère, qui se vitrifieront à sa superficie, qu'on n'en pourra séparer que bien difficilement, et qui nuiront nécessairement au chauffage de l'air.

Ces nouveaux feux d'affinerie ont dû être achevés, et peut-être ont été mis en activité, vers la fin de l'année dernière, 1837; je ne sais point quels sont les résultats qu'on en a obtenus; tout ce que je puis dire, c'est que l'on espérait, d'après ce qui a lieu à la forge de Laufen, réduire la consommation du charbon, qui est de sapin et très-médiocre, à 10 ou 11 pieds cubes, pour 50 kil. de fer en barres. D'ailleurs, on ne comptait rien changer au travail ordinaire, qui consiste à affiner des loupes de 100 ou 120, ou même 150 kil.; l'opération dure 3 ½ heures, et quelquefois 4 heures. Le déchet est toujours très-faible, comme je l'ai dit ailleurs, et seulement de 20 pour 0/0 au plus.

On sait que l'emploi de l'air chauffé a eu pour effet le plus ordinaire, dans l'affinage de la fonte, de ralentir l'opération, et quelquefois de diminuer le déchet, sans que la quantité de charbon ait été augmentée; nous avons vu que dans les essais faits dans diverses forges du Hartz, comme dans les usines royales de la Silésie prussienne, il y avait toujours eu une économie notable sur le charbon consommé pour fabriquer un quintal de fer.

Les résultats, rapportés précédemment de l'emploi de la vapeur d'eau avec l'air ordinaire, et pour concourir à l'affinage de la fonte dans un feu ordinaire à la forge de *Silberaaler-Hammer*

montrent que ce procédé a produit une diminution sensible dans la quantité de charbon de bois qui est consommée à l'ordinaire pour fabriquer un quintal de fer, lorsqu'on ne projette que de l'air dans le creuset d'affinerie.

Malheureusement on ne trouve dans le mémoire, dont ces faits sont extraits, qu'une simple indication de nombres, sans qu'il soit fait aucune mention des circonstances dans lesquelles les essais ont eu lieu, sans aucun détail sur la manière dont ils ont été conduits, sur leur durée, etc., toutes choses que l'importance du sujet fait nécessairement désirer.

C'est en raison de cela, et pour préparer l'explication des effets que produit ou peut produire l'emploi de l'eau ou de la vapeur d'eau projetée ou introduite au milieu d'une masse de combustible en ignition, ou bien mis en contact avec un métal oxidable et plus ou moins carboné, tels que la fonte de fer, l'acier et le fer doux, que nous avons cru devoir présenter l'extrait de deux mémoires qui se rapportent à cet objet; l'un plus particulièrement à l'influence de l'eau sur la combustion du charbon ou du coke, l'autre à divers moyens de perfectionner l'affinage de la fonte et d'améliorer la qualité du fer forgé, y compris l'emploi de la vapeur d'eau.

Si les considérations exposées dans le premier de ces mémoires sont justes, si les résultats des expériences qui y sont consignées sont exacts, il s'ensuit que l'emploi de la vapeur d'eau dans les foyers de combustion, en une certaine proportion et dans des circonstances convenables, augmentera la quantité de chaleur qui s'en dégage, et contribuera à épargner le combustible dans la

production des effets calorifiques; l'eau pourra, suivant l'expression de l'auteur, être regardée comme un combustible, en raison de l'hydrogène qui entre dans sa composition, et qui s'en dégage à la suite de la décomposition qu'elle éprouve au contact d'un combustible en ignition; ainsi, dans l'opinion de l'auteur, qui sera sans doute partagée par tous, ce n'est point par l'oxygène contenu dans l'eau, et par une nouvelle combinaison de cet élément, que la chaleur peut être augmentée, mais uniquement par la combustion de l'hydrogène dégagé.

L'auteur montre comment et pourquoi il vaudra toujours mieux se servir de vapeur que d'eau liquide; enfin il indique quelques circonstances de l'emploi de l'eau et de la vapeur d'eau projetées dans les hauts-fourneaux à fer, par le métallurgiste anglais Mushet, et expose les raisons qu'il a de croire que cette application ne peut guère réussir pour produire de la fonte grise.

Dans le second mémoire, M. Engelhardt examine les moyens proposés dans ces derniers temps pour améliorer la qualité du fer pendant l'affinage, et en employant divers agents; cet examen est fait sous un point de vue assez neuf: l'auteur pense que ce sont surtout les substances gazeuses, celles que l'on peut faire dégager au milieu de la masse à purifier, et lorsqu'elles sont capables de dissoudre et d'emporter les matières nuisibles, qu'il faut faire agir pendant l'affinage et à de certaines époques de cette opération.

Jusqu'ici on avait cherché les agents de purification dans les matières oxidantes, et tâché de faire passer les substances nuisibles de la fonte dans les scories d'affinage qui sont rejetées.

Il ne repousse cependant point les agents d'oxidation, puisqu'il rapporte que le nitre a donné de bons résultats, dans certains cas.

C'est dans l'eau, mise en contact avec le métal que l'on affine, qu'il voit l'agent le plus actif et le plus utile que l'on puisse employer pour améliorer la qualité du fer, et en séparer les substances nuisibles. Il conseille la projection de l'eau liquide sur le métal, et admet que par sa décomposition au contact, l'hydrogène qui sera produit dissoudra et entraînera avec lui, et avant d'être brûlé, les substances dont il s'agit, et qui sont en effet presque toutes solubles dans ce gaz (1).

L'auteur ne s'occupe point malheureusement du déchet que produit et qu'augmentera nécessairement l'emploi fréquent et abondant de l'eau pendant l'affinage de la fonte; sans doute il pense que ce sujet ne saurait être éclairci que par des expériences faites en grand dans les forges, et il les sollicite en terminant son travail.

J'ai demandé aussi, il y a quelques années, que l'on fît des essais sur l'emploi de la vapeur d'eau pour rendre l'affinage des fontes au fourneau à réverbère plus parfait et plus économique qu'il ne l'est aujourd'hui; tous les détails qui viennent à ma connaissance, et principalement ceux qui sont contenus dans les deux mémoires que l'on va lire, concourent à me confirmer dans

---

(1) J'ai indiqué la projection de la vapeur d'eau comme moins refroidissante que l'eau liquide, à l'égard du métal, et comme pouvant agir comme agent d'oxidation par son oxygène, et comme dissolvant pour le soufre, et le phosphore par son hydrogène (*Nouveaux procédés pour fabriquer la fonte, le fer*, etc., p. 65).

les espérances que j'ai conçues d'en obtenir des résultats éminemment utiles ; mais le plus difficile, sans contredit, reste à faire, ce sont les essais eux-mêmes ; c'est de leur donner une bonne direction, de les rendre concluants, d'en déduire un procédé applicable, en déterminant avec soin toutes les circonstances propres à en assurer le succès ; les quantités et les limites dans lesquelles il faut projeter la vapeur d'eau ; la vitesse à lui donner, l'époque la plus convenable dans l'opération, la durée de son action, etc.

Le temps nous apprendra sans doute tout cela, mais c'est précisément sur lui qu'il importe de gagner des années, si cela est possible.

SUR L'EMPLOI DE LA VAPEUR D'EAU DANS LES FOYERS, POUR DIMINUER LA CONSOMMATION DU COMBUSTIBLE ;

Par A. FYFE (1).

L'auteur décrit les expériences qu'il a faites pour reconnaître la nature des gaz qui sont produits par la décomposition de la vapeur d'eau opérée sur du charbon ou du coke en ignition, et il continue ainsi : Les recherches précédentes prouvent suffisamment mon opinion, que lorsqu'on fait passer de la vapeur d'eau sur des charbons de bois chauffés au rouge, il en résulte un gaz composé d'hydrogène, de carbone et d'oxygène, les deux derniers à l'état d'oxide de carbone ; il donne par sa combustion de l'acide carbonique et de l'eau.

Par ce qui précède, je fus conduit à penser que, lors-

(1) Ce mémoire a été transporté du Journal d'Edimbourg dans le journal allemand de chimie de Erdmann, tome XII (1837), page 9, et traduit par M. Moyse, élève de l'école royale des mines.

qu'on amène de la vapeur d'eau sur du charbon de bois ou du coke en ignition, l'air ayant un libre accès, l'eau devait être consommée et former un gaz combustible capable d'élever la température pendant la combustion du charbon; en un mot, que l'eau, si je puis m'exprimer ainsi, brûle, ou peut être employée avec les combustibles ordinaires et comme combustible. Pour avoir une certitude à ce sujet, je cherchai d'abord naturellement si la température s'élevait en faisant passer de la vapeur d'eau sur du coke en combustion; à cet effet, je me suis servi d'un petit fourneau qui, à peu de distance du fond, avait une ouverture sur le côté, par laquelle j'introduisis la vapeur, au moyen d'un tube de fer communiquant avec une chaudière. Quand le fourneau fut bien attisé avec du coke, et amené à un bon état, je plaçai dessus un vase rempli d'eau et je notai le temps nécessaire pour la porter à l'ébullition. Dans toutes les recherches, je me suis servi du même vase d'eau à une même température (50° F.). Voici les résultats de quelques expériences, où le vase contenait 2 pintes d'eau :

Sans vapeur.		Avec vapeur.	
En 5 minutes,	130° F.;	En 5 minutes,	120° F.;
En 10,	180;	En 10,	185;
En 15,	200;	En 13,	208;
En 20,	210.	Bouillait très-fort en 14 min.	

Sans vapeur.	Avec vapeur.
En 5 minutes, 145°;	En 5 minutes, 150°;
Bouillait en 10 minutes $\frac{1}{2}$.	Bouillait en 10, en 9 minutes.

Dans d'autres recherches on se servit seulement d'une pinte d'eau :

En 3 minutes,	120°;	En 3 minutes,	140°;
En 5,	160;	En 5,	190;
En 7,	190;	Bouillait en 6 minutes $\frac{1}{6}$.	
Bouillait en 8 minutes $\frac{1}{2}$.			
En 3 minutes,	140°;	En 3 minutes,	160°;
En 5,	190;	Bouillait en 5 minutes.	
Bouillait en 6 minutes $\frac{1}{4}$.			

Dans de nombreuses expériences les résultats ont toujours été les mêmes; comme l'eau a constamment bouilli plus vite quand on a fait passer de la vapeur d'eau dans le

fourneau, il est certain qu'elle élève la température du foyer. Les expériences suivantes, où l'on a mesuré la quantité d'eau vaporisée dans un temps connu, confirment ce résultat. Je me suis servi du même fourneau que précédemment, et aussi du même appareil à vapeur, mais le vase pour la vaporisation de l'eau était plus petit et contenait $\frac{1}{2}$ pinte. Le combustible était du coke.

Sans vapeur.	Avec vapeur.
L'eau a bouilli en 2 minutes $\frac{1}{2}$;	A bouilli en 2 minutes $\frac{1}{4}$;
Elle a perdu 4 onces en 8 min.	A perdu 5 onces en 8 minut.

Avec une pinte d'eau.

A bouilli en 7 minutes, et perdu 4 onces $\frac{1}{2}$ en 15;	A bouilli en 5 minutes, et perdu 7 onces en 15;
A bouilli en 4 minutes, et perdu 6 onces $\frac{1}{4}$ en 12.	A bouilli en 3 minutes $\frac{1}{4}$, et perdu 7 onces $\frac{1}{4}$ en 12.

Dans toutes ces recherches, je me suis convaincu que l'air doit avoir un libre accès sur le combustible, parce qu'autrement la chaleur diminue au lieu de s'élever; quand cela n'avait pas lieu, l'eau bouillait moins vite dans le vase avec la vapeur, que sans la vapeur.

Ces recherches montrent à la vérité que la chaleur augmente pendant la combustion des charbons, quand on les fait traverser par de la vapeur d'eau; mais on pourrait se demander si l'élévation de température, produite par la vapeur, doit lui être uniquement attribuée, ou s'il n'y a pas encore une autre cause. Pour résoudre cette question, j'ai dû comparer la quantité de vapeur introduite dans le fourneau avec celle dégagée du vase. Dans une expérience où l'ébullition fut maintenue pendant dix minutes, la différence entre les quantités d'eau vaporisée monta à 2 $\frac{1}{4}$ onces, selon que l'on introduisait ou non de la vapeur dans le fourneau. La quantité de vapeur qui traversa le combustible ne fut que d'une demi-once, et par conséquent le cinquième de celle qu'elle dégage. Dans d'autres recherches la différence s'éleva à quatre fois la quantité de vapeur introduite; elle augmenta ou diminua un peu, d'après la vitesse avec laquelle l'eau bouillait dans le vase. En général, je puis dire que pour chaque once de vapeur introduite dans le fourneau, il y en a quatre d'eau vaporisée dans le vase, de plus que lorsqu'on n'en fait pas passer,

en supposant d'ailleurs qu'on l'emploie avec précaution ; car lorsqu'on en fait passer une trop grande quantité la température n'augmente pas, probablement parce que toute la vapeur ne se décompose pas et n'est pas consommée.

Il ne peut y avoir de doute sur la circonstance qui produit une élévation de température dans ces expériences ; il est évident que cela a été causé par l'inflammation du gaz, qui résulte de l'action de la vapeur d'eau sur le combustible pendant son passage à travers le fourneau, c'est précisément pour cela qu'il faut un courant d'air plus actif que lorsqu'on emploie du combustible seul. Le changement dans l'apparence du combustible montre que le gaz est véritablement brûlé, car à peine a-t-on introduit la vapeur que beaucoup de flammes s'élèvent du combustible, et qu'elles cessent instantanément quand la vapeur est éloignée. Pour rendre cette expérience frappante, il faut placer un petit fourneau, rempli de combustible sans flammes, dans une chambre obscure ; quand on introduit la vapeur par le bas du fourneau, on voit la flamme s'élever de plusieurs pouces au-dessus du combustible.

Maintenant qu'il est démontré que la température s'élève quand on fait passer de la vapeur d'eau sur du combustible, et qu'on pourra ainsi, dans certains cas, épargner du temps, il reste néanmoins un grand point à éclaircir, c'est de savoir si l'élévation de température n'est pas compensée par une plus grande consommation du combustible, ce que l'on pourrait croire à la première vue, d'après l'action que l'eau produit.

Dans ces recherches j'ai eu à lutter contre des difficultés qui m'ont presque empêché de poursuivre mes travaux, car bien que dans plusieurs cas, j'eusse tout lieu d'espérer un bon résultat, non-seulement il n'en fut pas ainsi, mais encore si je n'avais eu quelques causes de perte, j'aurais été conduit à conclure que l'on consommait plus de combustible, et que par conséquent ce procédé ne pouvait être employé avec économie.

Dans ma première expérience je trouvai que le combustible, traversé par la vapeur d'eau, n'était pas consommé plus vite que lorsqu'il brûle seul. Ainsi, dans quelques expériences où j'avais employé 32 parties de coke et entretenu la combustion pendant une heure et demie, la consommation s'éleva à 25 $\frac{1}{4}$ parties ; et quand je fis brûler la

même quantité de combustible, en présence de la vapeur d'eau, la consommation ne s'éleva qu'à 23 ¼. Dans d'autres recherches j'obtins des résultats semblables, la quantité de coke consommé quand on le faisait traverser par de la vapeur était tantôt un peu moindre, tantôt à peu près la même. Dans un seul cas elle fut plus grande, encore n'était-ce que du vingt-sixième de la quantité de combustible employé.

Dans ces recherches la quantité de combustible consommée se tint dans les rapports suivants :

Avec vapeur.	Sans vapeur.	Excédant.
840	970	130
4,840	5,190	350
1,330	1,370	40
1,330	1,570	240

Lie-t-on maintenant ces faits avec les résultats des recherches sur les quantités d'eau vaporisée dans un temps connu, et qui, comme nous l'avons vu, sont plus grandes par l'emploi de la vapeur d'eau que sans elle, on a tout lieu d'espérer que son emploi sera avantageux ; mais quand je comparai les quantités réelles d'eau vaporisée avec le combustible employé, je trouvai aussitôt que parfois elle n'était pas plus grande, et que dans beaucoup de cas elle était moindre. Cela me fit conjecturer qu'il y avait une source d'erreur, et comme je répétai ces expériences très-souvent et de toutes les manières possibles, je trouvai que, vers la fin de l'opération, lorsque le combustible est près d'être épuisé, la température diminue progressivement, et que la vapeur paraît échapper à la décomposition. J'employai alors une autre méthode qui me donna des résultats tels que je les désirais. Je ne laissai pas l'opération aller aussi loin que précédemment, et je maintins le fourneau dans une bonne allure, tandis que précédemment le combustible s'était presque entièrement consumé, et que par conséquent la température diminuait vers la fin. En opérant ainsi, j'ai trouvé, à bien peu d'exceptions près, que la consommation en combustible était plutôt moindre par l'emploi de la vapeur que sans elle, en même temps qu'il se vaporisait plus d'eau dans le vase.

Il m'est venu aussi dans l'idée que l'accroissement de température, lorsqu'on fait passer de la vapeur d'eau à travers le combustible, pourrait provenir en grande partie

et même uniquement de ce qu'elle fait fonction de machine soufflante, quand elle entraîne de l'air avec elle dans le fourneau. Je me suis assuré, par beaucoup de recherches, qu'il n'en était pas ainsi, en introduisant la vapeur dans le fourneau de différentes manières, et surtout en lutant avec soin le tube de dégagement de la vapeur, sur le côté du fourneau, afin que de l'air ne puisse être entraîné avec la vapeur; dans tous ces cas la température fut également élevée. En outre, j'ai toujours trouvé que, lorsqu'on introduit la vapeur avec une grande vitesse, la chaleur est de beaucoup moins forte que lorsqu'elle afflue lentement. Il est évident que ce serait le contraire si la vapeur agissait seulement comme machine soufflante.

Les recherches communiquées jusqu'à présent sont suffisantes, à mon avis, pour montrer que la chaleur est considérablement augmentée, quand de la vapeur d'eau traverse le combustible, sans que pour cela on en consomme une plus grande quantité; ce qui prouve que l'action de l'eau pendant qu'elle traverse le combustible, n'agit pas seulement comme une machine soufflante, mais qu'elle est réellement brûlée, et qu'elle se change en gaz combustibles, qui sont alors employés.

On pourrait alors objecter en tout cas, contre l'emploi de la vapeur d'eau, qu'il faut consommer une certaine quantité de combustible, pour transformer l'eau en vapeur. Cela arrivera dans beaucoup de cas; on pourra toutefois généralement se servir de la chaleur du fourneau, sans qu'on ait besoin de brûler du combustible uniquement destiné à former de la vapeur. Quand cela ne sera pas possible, l'élévation de température compensera et au-delà les dépenses faites pour transformer de l'eau en vapeur. Mais on pourrait demander pourquoi on n'emploie pas l'eau en nature? La réponse est facile, car au moment où elle touchera le combustible, elle lui enlèvera, non-seulement une partie de son calorique, si ce n'est la totalité en abaissant sa température; mais elle pourra encore, au moment où elle se change en vapeur, n'agir qu'imparfaitement sur le combustible et par conséquent n'être brûlée qu'en partie. C'est pour cela qu'a échoué le procédé recommandé dans plusieurs fabriques de gaz pour élever la température, et qui consistait à faire couler un filet mince d'eau mélangée de goudron sur le combustible. L'eau a, dans ce cas, un autre but que dans le procédé que j'ai

proposé, car elle sert à donner de l'oxygène pour brûler le goudron; comme je l'ai déjà dit, il n'est nullement vraisemblable que la température soit élevée de la plus petite quantité par cette circonstance, car même, en supposant que l'oxygène de l'eau agisse sur la matière combustible, il faut néanmoins, pendant qu'il forme de l'oxide de carbone, qu'il se change en gaz en absorbant du calorique, qu'il conserve à l'état latent; tandis que, lorsqu'on emploie de la vapeur d'eau cette chaleur latente est déjà acquise; en supposant que l'air ait un libre accès, par la décomposition de la vapeur il se forme de l'oxide de carbone et de l'hydrogène, qui sont brûlés en traversant le fourneau, et ainsi ils peuvent produire de la chaleur.

Je ne connais qu'un seul cas où la vapeur ait été amenée en contact avec le combustible dans un but déterminé, et ce fut par M. Mushet, aux forges de Clyde. Il en est question dans le magasin de Tilloch, où il parle de différentes méthodes pour se procurer des souffleries alimentant des hauts-fourneaux, et d'une entre autres qui consiste à introduire l'air au moyen d'une pompe dans une caisse renversée sur l'eau, de manière à saturer cet air complétement d'humidité. Quoiqu'on ait ainsi un courant d'air frais continu, cette méthode, d'après Mushet, n'est cependant pas à recommander, car il paraîtrait que la quantité de vapeur que l'air entraîne élève tellement la température à la tuyère, que l'argile la plus réfractaire entre en fusion, et que par suite les côtés du fourneau peuvent se détériorer. Quoiqu'il avance ce fait, que la chaleur est augmentée dans le fourneau par un courant d'air saturé d'humidité, il explique néanmoins cette circonstance que les hauts-fourneaux ne donnent pas d'aussi bonne fonte pendant l'été que pendant l'hiver, précisément par l'état hygrométrique de l'air; car il dit qu'en été l'air n'est pas aussi propre à la combustion que pendant l'hiver, parce qu'il contient plus d'humidité. Par l'état hygrométrique de l'air on peut encore, d'après Mushet, expliquer ce fait remarquable, que la fonte s'empare en été d'une moindre quantité de carbone qu'en hiver, même quand la réduction se fait par une plus grande quantité de combustible; l'air projeté contient évidemment moins d'oxygène, et cependant le métal renferme moins de carbone que pendant l'hiver; c'est qu'une partie du carbone est entraînée par l'hydrogène de l'eau. Cela engagea

quelqu'un à essayer l'introduction de l'eau en vapeur dans les hauts-fourneaux, dans l'espérance que la combustion serait plus complète. Cet essai ne réussit pas, parce que, à l'endroit où la vapeur était introduite, la matière qui formait le fourneau, successivement refroidie et réchauffée par la haute température produite, fut amollie. L'usage de la vapeur d'eau, dans ce cas, était tout autre que celui pour lequel je l'ai proposée. Selon moi, quand on introduit de la vapeur d'eau d'une manière convenable dans le fourneau, la température est élevée par la combustion de son hydrogène; tandis que, dans le cas précédent, on a cru que l'eau produisait cet effet par l'action de son oxygène sur le combustible, ce que M. Mushet avance en propres termes; car il dit que la décomposition de ce liquide, donnant une plus grande quantité d'oxygène, augmente les effets de la combustion.

Dans sa dissertation, M. Mushet n'admet nullement que la somme totale de chaleur soit augmentée de la plus faible quantité dans le fourneau, mais qu'elle croît à l'endroit où la vapeur se décompose. Il pense que l'eau, qui a absorbé de la chaleur au bas du fourneau, la restituera en montant en même temps que celle contenue dans son oxygène devenu libre, de manière que la chaleur est seulement transportée dans le fourneau d'une place à une autre, et qu'ainsi, en définitive, la somme totale de chaleur n'est nullement augmentée dans le fourneau. Je ne suis pas ici du même avis que M. Mushet, car je crois avoir établi, par les recherches mentionnées ci-dessus, que, tout compté, la chaleur est réellement augmentée par l'introduction de la vapeur.

Que la vapeur d'eau agisse réellement dans les hauts-fourneaux, principalement en enlevant le carbone ou non, je regarde néanmoins le rapport de M. Mushet comme important, parce qu'il confirme ce que j'ai dit précédemment, que l'eau ne peut être employée dans le but de fournir de l'oxygène aux matières combustibles; car au contraire l'air, ou en d'autres termes l'oxygène, doit être introduit en plus grande quantité avec la vapeur, pour qu'on puisse obtenir la combustion des produits combustibles venant de la décomposition de l'eau. C'est pour cela que, dans le cas où j'introduisis une trop grande quantité de vapeur sans augmenter la proportion de l'air, la température diminua au lieu de s'élever.

J'ai fait aussi quelques recherches avec de la vapeur très-comprimée ; elle pénétra naturellement dans le fourneau avec une grande force. Le résultat fut que, près du point d'introduction de la vapeur, la température diminua, et que le combustible s'éteignit presque. Je ne recherchai pas alors si, en montant dans le fourneau, la vapeur se décompose et y brûle ; mais cela arrive très-probablement quand la température est assez élevée et le courant d'air assez fort. Cette même vapeur éteignit presque complétement une bassinoire (Warmbecken) remplie de coke ; on devait s'y attendre, car la température n'était pas assez élevée pour la décomposition de la vapeur, et par conséquent pour brûler les produits gazeux combustibles.

D'après les résultats que j'ai obtenus, il serait à désirer que dans les usines où l'on consomme une grande masse de combustible, on fît des essais en grand pour savoir jusqu'à quel point l'emploi de la vapeur d'eau peut épargner du combustible. Je conseille pour cela d'introduire de la vapeur à la pression ordinaire dans différentes parties du fourneau, et de donner également assez de vent. Si ce procédé était susceptible d'une application avantageuse, il faudrait aussi rechercher s'il ne serait pas bon de faire passer la vapeur dans des tubes scellés dans le mur du fourneau, afin d'élever sa température avant qu'elle n'arrive en contact avec le combustible, absolument comme dans la méthode de Neilson (suivie actuellement dans toutes les forges de l'Angleterre), par laquelle on chauffe l'air pour les hauts-fourneaux.

SUR UNE FABRICATION MEILLEURE ET PLUS RATIONNELLE DU FER DOUX ; EXPLICATION DU PROCÉDÉ USITÉ DANS LES FOURNEAUX DE PUDDLAGE, PAR LA MÉTHODE DE SCHAFHAUTEL.

Par M. ENGELHARDT, Directeur des mines (1).

Le fer, qui par ses emplois si variés porta les peuples à un point de civilisation parfois si élevé, méritait d'être soumis à un examen plus attentif que celui qui lui a été

---

(1) Traduit par M. Moyse, élève à l'École royale des mines. (*Journal de chimie pratique* de Erdmann, tom XII, 1837, p. 1.)

accordé jusqu'ici. On devait surtout s'occuper d'une manière plus rationnelle de la production d'un fer doux de bonne qualité. Récemment, on a fait connaître quelques moyens de produire de bon fer avec une mauvaise fonte, soit dans un four à puddler, soit dans des feux d'affinerie; mais on vit que ces méthodes ne répondaient pas entièrement à leur but. Schafhautel, de Munich, obtint en Angleterre une patente pour une amélioration certaine du fer pendant l'affinage. D'après son rapport, on devait pouvoir retirer de bon fer en affinant la plus mauvaise fonte. Plusieurs métallurgistes achetèrent ce secret, qui plus tard fut publié, et le mirent en usage dans leurs fourneaux de puddlage. Dans quelques usines, par l'emploi de cette méthode, le fer s'améliora notablement; mais dans d'autres on n'obtint pas un grand changement. Il n'en pouvait pas être autrement par ce procédé, puisqu'on employait toujours la même quantité de cet agent avec des fontes de diverses qualités; il est dans la nature de la chose qu'il en faille davantage pour les mauvaises que pour les meilleures. Nous allons examiner avec quelques détails la méthode de Schafhautel, et tâcher de reconnaître jusqu'à quel point les matières qu'il emploie peuvent agir sur la masse à affiner, à la température des fourneaux de puddlage: nous verrons se confirmer ce principe, que pour obtenir de bon fer, et en même quantité, avec des fontes de diverses qualités, il faut employer des proportions différentes des matières destinées à accomplir la purification du métal. On a pris 1 liv. $\frac{3}{4}$ d'oxide noir de manganèse, 3 liv. $\frac{3}{4}$ de sel marin, et 10 onces d'argile à potier; ces matières, qui doivent être parfaitement sèches et pures, ont été porphyrisées et mélangées bien intimement. D'autre part, on a fondu dans un fourneau à puddler 3 quintaux $\frac{3}{4}$ de fonte, avec la quantité de laitier ordinaire; le feu fut conduit de manière que la flamme, en passant sur le bain, était transparente et bien pure, et permettait d'apercevoir le métal pendant l'opération. Le mélange précédent, préalablement échauffé fut porté dans le bain métallique, en 12 portions d'une $\frac{1}{2}$ livre, et à un intervalle de 1 à 2 minutes l'une de l'autre, pendant un brassage continuel de la fonte; on avait façonné une pelle pour cet usage.

Le chlorure de sodium et l'argile sont les éléments essentiels de l'opération, tandis que le peroxide de manganèse ne sert qu'à soulever la masse liquide de fer, et à présenter

au gaz qui se dégage, un plus grand nombre de points de contact.

Nous savons que le sel marin se fond au rouge, et se volatilise à une plus haute température ; mais si on le soumet à une forte chaleur, après l'avoir mélangé avec de l'argile, il se décompose, la soude se combine avec l'alumine et la silice de l'argile. Le chlore est mis par suite en liberté, il s'empare du soufre, du phosphore et de l'arsenic qui se trouvent dans la fonte, et donne lieu à des combinaisons volatiles à la température des fourneaux de puddlage ; mais pour que le chlore ait un grand nombre de points de contact avec la masse liquide, la présence de l'oxide de manganèse est nécessaire. Pendant que celui-ci à l'état de peroxide est brassé dans le bain métallique avec le sel marin et l'argile, il laisse dégager une partie de son oxygène et forme du deutoxide, qui plus tard perd une nouvelle partie de son oxygène, se change en oxidule de manganèse, et ce dernier se combine avec les scories. L'oxygène *mis* à nu se combine avec le carbone de la fonte, il se forme de l'oxide de carbone, ce qui produit une écume et un bouillonnement dans la masse liquide de fer ; il en résulte que le chlore est mis en contact avec presque tous les points du bain métallique. Une partie de l'oxygène doit servir à brûler le carbone entraîné du foyer dans un état de division extrême, et qui forme la fumée ; car par ce procédé, non-seulement il n'y a pas de fumée dans les ateliers, mais on n'en voit même que bien rarement sortir de la cheminée.

Nous voyons maintenant que l'amélioration du fer doit être uniquement attribuée au chlore qui se dégage du chlorure de sodium, et qui se combine avec les principes nuisibles. Nous pouvons en même temps tirer cette conséquence, que la quantité de chlore doit être proportionnelle à la quantité des matières qu'il faut séparer ; et que, pour arriver entièrement à son but, il faut employer différentes proportions de mélange, pour des fontes de diverses espèces.

Dans sa traduction de la Chimie appliquée de Dumas, M. le docteur Engelhard proposa, à l'article *affinage*, l'emploi du salpêtre ; celui-ci, comme l'indique la théorie, oxidera, de préférence au fer, le soufre, l'arsenic, le phosphore, toutes substances si nuisibles à la qualité du fer ; il se formera du sulfate, de l'arseniate et du phosphate de potasse ; car l'emploi d'une base aussi puissante que cette dernière, déterminera très-facilement l'acidification de ces

substances ; comme d'un autre côté, par exemple, la présence de la silice favorise l'oxidation du fer. D'après cette indication, 2 quintaux ¾ de mauvaise fonte phosphoreuse et sulfureuse furent traités avec 1 livre de nitre divisée en 3 parties égales, dont l'une fut ajoutée au premier brassage de la fonte (*Roh auf brechen*); une autre au deuxième brassage ; la troisième à la dernière période de l'affinage (*Gaar auf brechen*).

A chaque addition du nitre, le charbon fut tenu éloigné avec soin, pour que cet agent ne se trouvât en contact qu'avec la fonte. On s'assura que le fer était d'une bien meilleure qualité qu'à l'ordinaire.

Cette expérience fut répétée dans différentes usines ; mais, comme on aurait pu le prévoir, on ne remarqua pas d'amélioration sensible du fer dans la plupart des cas. En effet, on conçoit que, pour séparer des éléments nuisibles qui sont si intimement unis à la fonte, il faut que les agents que l'on emploie soient mis en contact même avec les plus petites parties de la masse à affiner. Or, par l'emploi du nitre dans un feu d'affinerie, cela n'est pas possible ; car, outre que l'on ne peut travailler dans le creuset comme dans un fourneau à puddler, le salpêtre, par sa pesanteur spécifique moindre que celle de la fonte, demeure à la surface du bain, se combine avec les scories et devient inerte. Veut-on séparer le soufre, le phosphore et l'arsenic de la masse de fonte par le procédé d'affinage ? il faut que les agents ou leurs combinaisons soient à un état de division tel, qu'ils couvrent toute la surface du bain métallique, afin qu'ils puissent rencontrer à chaque brassage les principes nuisibles aussi très-divisés, et s'unir avec eux. Il faut, d'ailleurs, n'employer que des agents formant des combinaisons volatiles avec ces mêmes substances. Ce seraient d'après cela les gaz seuls qui pourraient produire de bon fer avec de mauvaises fontes. On augmenterait beaucoup leur puissant effet en choisissant des matières qui, par leurs propriétés électriques et physiques, aient une grande affinité pour les principes nuisibles de la fonte. Comme nous l'avons vu plus haut, c'est le chlore qui remplit ce but dans la méthode de Schafhautel ; mais ce gaz n'a pas pour l'arsenic, le soufre et le phosphore, une affinité aussi énergique que beaucoup d'autres ; et à la température des fourneaux de puddlage, il en a au contraire une grande pour le carbone ; enfin il forme avec le fer une combinaison

volatile, de sorte que son emploi en grand peut produire un effet défavorable sur la production du fer. Si nous parcourons la série des gaz, nous voyons que c'est l'hydrogène dont l'emploi peut être le plus efficace pour l'amélioration du fer.

Le gaz hydrogène, comme élément électro-positif, possède une grande affinité pour le soufre, le phosphore et l'arsenic, avec lesquels il forme de l'hydrogène sulfuré, phosphoré, arsenié. D'après cela c'est l'hydrogène qui, dans l'état actuel de la science, nous met à même d'obtenir d'une mauvaise fonte, un fer entièrement bon. Il pourra paraître au premier abord impossible de mettre l'hydrogène dans un contact bien intime avec la masse de fonte; mais cette impossibilité disparaît, puisque l'hydrogène doit se former par la décomposition de l'eau sur la masse liquide de fonte, ce qui est très-facile, non-seulement dans un fourneau à puddler, mais aussi dans les feux d'affinerie ordinaires. Nous savons que le fer possède la propriété de décomposer, à la chaleur rouge, l'eau en ses deux éléments; car si nous faisons passer dans un canon de fusil, rempli de fils de fer et chauffé au rouge, de la vapeur d'eau, l'oxygène de l'eau se porte sur le fer qu'il oxide, et l'hydrogène est mis à nu. Jette-t-on de l'eau sur la masse de fonte à affiner, elle se décompose très-facilement; l'hydrogène mis en liberté se combine en partie avec le soufre, le phosphore et l'arsenic de la fonte, et forme de l'hydrogène sulfuré, phosphoré et arsenié. S'il y a du gaz en excès, il se combinera avec le carbone de la fonte pour former de l'hydrogène carboné. Les gaz volatils et combustibles, ainsi formés, se dégagent par la cheminée, dans l'atmosphère. L'oxygène, de son côté, se combinera en partie avec le carbone de la fonte, et en partie avec celui entraîné du foyer; il se formera de l'acide carbonique et de l'oxide de carbone. Comme on voit, les substances nuisibles contenues dans la fonte formeront, par la décomposition de l'eau, des combinaisons volatiles qui seront emportées dans la cheminée par le courant rapide du fourneau. Si maintenant, par la réunion des différents gaz dans le foyer, il arrivait de nouvelles décompositions, les matières nuisibles, mêlées à l'état solide et très-divisées, seraient toujours entraînées par le fort courant d'air, ou oxidées par l'oxygène de l'air atmosphérique qui afflue par les ouvertures du fourneau, et s'en iraient de nouveau à l'état de gaz.

Il résulte, de ce qui précède, que l'on peut attendre de la décomposition de l'eau sur la masse à puddler de très-grands avantages; car, outre que les principes qui accompagnent la fonte, et qui ont un effet si nuisible sur le fer seront entraînés, pour la plus grande partie, le procédé d'affinage sera beaucoup abrégé, et par-là on épargnera du temps et du combustible. Par la décomposition de l'eau, la chaleur s'élève dans le fourneau de puddlage, au point que la flamme monte très-haut dans la cheminée, et sort au loin par les portes de travail.

On pourrait employer l'eau dans les feux d'affinerie en même proportion que dans les fours à puddler, seulement il y aurait moins d'avantage. Pour la faire arriver sur la masse de fonte, on emploierait une petite pompe mise en mouvement par le jeu des soufflets; et tandis que dans les fourneaux de puddlage elle est introduite par la porte de travail, on l'injecterait ici par la tuyère ou au-dessous, en petite quantité à la fois.

Quoi qu'il en soit, l'emploi de l'eau pour l'amélioration de la fonte est, comme nous l'avons déjà remarqué, plus efficace et plus facile dans les fourneaux de puddlage que dans les feux d'affinerie; car, dans le premier cas, l'eau que l'on jette de temps temps sur la masse de fonte continuellement brassée, rencontre toujours une nouvelle surface sur laquelle l'hydrogène peut agir.

Quelques métallurgistes pourraient croire que ce que nous venons de dire n'est bon qu'en théorie, et impossible en pratique. Quelques personnes penseront aussi que l'eau, à la température élevée du fourneau de puddlage, se vaporisera si vite, qu'elle ne pourra venir en contact avec la fonte qu'en très-petite quantité ou même pas du tout. Pour répondre aux deux objections, je veux rapporter ici quelques expériences relatives à ce sujet:

1° Quant à ce qui concerne la prompte transformation en vapeurs, nous savons que l'eau jetée sur des plaques de fer chauffées au rouge, se vaporise moins vite que lorsque la température est moins élevée; il est donc évident que notre procédé ne favorise pas la prompte vaporisation de l'eau;

2° Il est connu depuis longtemps de tous les métallurgistes, que lorsqu'on verse de l'eau sur des laitiers de haut-fourneau provenant de minerais pyriteux, il se dégage de l'hydrogène sulfuré que l'on reconnaît à son odeur. Il pro-

vient de ce que l'eau, en contact avec les scories contenant encore des sulfures métalliques, est décomposée, et que son hydrogène s'empare du soufre;

3° Une odeur d'hydrogène arsenié se fait également sentir, quand on verse de l'eau sur des scories provenant de minerais qui contiennent de l'arsenic;

4° Les puddleurs connaissent déjà le grand avantage qui résulte de l'addition de l'eau sur la masse à affiner. A la vérité ils ne connaissent pas la cause de cet effet favorable; mais ils assurent que le fer qui en résulte est meilleur, que le travail est abrégé et le combustible épargné. Nous voyons souvent que lorsqu'un puddleur mal exercé laisse sur la sole un fer dont l'affinage est manqué, il complète l'opération par une copieuse addition d'eau et de scories riches d'affinage. Il l'emploie également dans une mauvaise allure (Rohgange) pour produire plus promptement la bonne allure (Gaargange).

L'époque la plus favorable pour l'injection de l'eau dans le fourneau à puddler est l'instant où la flamme bleue-claire de l'oxide de carbone disparaît de plus en plus, et lorsque la masse commence à prendre de la consistance, à se dégager des scories sous forme de choux-fleurs, et à devenir si fragile qu'elle tombe en sable. Dans cette période où un brassage continuel est nécessaire, l'addition de l'eau doit certainement produire le meilleur effet, en chassant les matières nuisibles si intimement unies au fer

On pourrait, au reste, imaginer plusieurs moyens par lesquels l'eau s'injecterait d'elle-même dans le fourneau de puddlage en quantité voulue. Une caisse en fer, placée convenablement au-dessus de la sole, et d'où l'eau s'écoulerait par un assemblage de tuyaux serait ce qu'il y aurait de mieux. De l'eau suffisamment chaude ne pourra que produire un bon effet. On remédiera à la dégradation du fourneau, causée par l'eau introduite, en changeant un peu sa construction; mais ce n'est pas là le point le plus important. La consommation toujours croissante du fer doit engager chaque métallurgiste à le produire aussi bon que possible, avec les mauvaises fontes. Je ne doute pas que les usines qui prendront cet avis à cœur ne puissent en grande partie, par des tentatives réitérées, obtenir, par l'emploi de l'eau, un fer de qualité supérieure.

EXPLICATION DES PLANCHES V et VI.

PLANCHE V.

FIGURES 1, 2 et 3.

Feu d'affinerie de Bondreville.

a Creuset d'affinage.
b b Voûte.
c c Cheminée.
d Ouverture par laquelle l'affineur travaille dans le creuset.

FIGURES 4, 5, 6, 7 et 8.

Deux feux d'affinerie accolés, tels qu'on les a construits, en 1837, à Albrück et à Hausen.

a Creuset d'affinerie.
b Tuyère.
c Caisse à chauffer l'air.
d d Sole sur laquelle on réchauffe la fonte à affiner et le fer à étirer.
e e Voûte qui recouvre et le foyer, et la sole *d d*.
f f Cheminée ou sortie des flammes qui ont passé sur la sole.
h, h Portes du four à réchauffer, dit *glühofen*.

La figure 8 représente la caisse en fonte où l'air circule et s'échauffe avant d'arriver à la tuyère; la représentation en est figurative et faite de mémoire.

PLANCHE VI.

Feu d'affinerie de Laufen.

a Creuset d'affinerie.
b Tuyère.
c Sole du four à réchauffer.

d, d Portes du four.
e Buse.
f f Appareil à chauffer l'air.
g, g Portes pour pénétrer dans l'intérieur de la cheminée.
h Cheminée.

ESSAI

Sur l'élaboration du minerai de fer dans le traitement à la catalane (1);

Par M. FRANÇOIS, Ingénieur des mines.

Dans une première publication nous avons indiqué d'une manière rapide les développements successifs qu'avait dû subir la fabrication du fer dans l'Arriége. Notre but était, nous l'avons dit,

(1) Dans les recherches que nous avons faites de l'élaboration du minerai de fer au feu catalan, nous nous sommes toujours proposé un double but : éclairer la science autant qu'il dépendrait de nos efforts, et surtout, s'il était possible, instruire les praticiens. La marche suivante nous parut la plus rationnelle :

1° Etudier par l'analyse la nature des matières premières (minerai, charbon, vent); celle des produits (fer doux, fer fort, scories); celle du minerai en traitement et des scories en liquation, pris aux diverses régions du feu;

2° Observer les procédés pratiques, leur influence sur l'allure des feux, en tenant compte de la qualité et de la quantité des matières premières et des produits;

3° Enfin suspendre des feux à différentes époques du traitement, rechercher dans la masse en travail des traces de l'élaboration, traces appréciables à l'œil, et qui puissent indiquer la nature et la succession des phénomènes par lesquels le minerai de fer passe à l'état de fer métallique.

Ainsi, en même temps que nous cherchions dans le creuset confirmation des faits théoriques, accusés par l'analyse, nous trouvions les moyens de pouvoir indiquer aux praticiens les secrets du feu, l'influence de leurs manœuvres sur le travail du fer, et de les amener peu à peu à l'intelligence, et peut-être un jour, à la découverte des meilleurs procédés de fabrication.

Il était utile d'isoler de tout exposé fait aux forgeurs les démonstrations scientifiques. Aussi nous les avons réunies dans des notes faisant suite à cet essai.

de montrer comment la nécessité seule avait initié la routine à quelques ressources de l'art, et de préparer les esprits à admettre la coopération efficace de la science appliquée. Aujourd'hui nous poursuivrons; nous tâcherons d'indiquer le rôle que la science doit jouer, les efforts qu'elle a à faire de concert avec la pratique. La première lacune qu'elle avait à remplir c'était d'éclairer la routine en montrant par quelles réactions le minerai de fer passe à l'état de fer métallique, et par quels moyens la pratique peut et doit favoriser ces réactions. Nous ne nous dissimulons pas les difficultés d'un tel travail. Ayant à nous adresser surtout aux forgeurs, nous n'avions osé le faire figurer dans le cadre des matières des publications de la société des maîtres de forges de l'Arriége; nous avions toujours cru convenable d'initier les praticiens aux données théoriques d'une manière graduelle, et à mesure que l'exigerait le développement de l'art. Mais depuis, en mettant la main à l'œuvre, nous avons senti le vice d'une telle marche. L'exposé de l'élaboration du minerai dans le feu, fait par degrés, et, pour ainsi dire, au jour le jour, nous parut impraticable. Pour être graduel, il se présentait morcelé; pour n'être point développé d'un seul jet, il eût paru souvent invraisemblable et toujours incomplet. Ainsi donc, malgré les difficultés pour amener à l'intelligence des faits théoriques, nous avons dû nous attacher à les développer dans une publication spéciale. D'un autre côté, nous avions pensé que, pour être compris, il convenait de borner tout exposé du traitement à de simples démonstrations rudimentaires à la portée des ouvriers. Ici encore

nous n'aurions pu arriver à une entière explication des faits. Une fois comprise, elle eût paru incomplète, et notre travail du jour eût fait défaut le lendemain. Ces motifs nous ont déterminé à faire ici plus de science que ne le comporte le degré d'instruction du plus grand nombre des praticiens ; nous serons sans doute plus difficilement compris ; il faudra de la part des lecteurs de la bonne volonté et de la patience. Mais après la publication viendront les développements oraux que nous irons faire à la forge et que bientôt avec nous et après nous feront les plus intelligents.

Avant d'entrer en matière nous avons cru convenable d'indiquer rapidement la consistance d'une forge catalane, le personnel attaché à son roulement et l'ensemble des manœuvres du traitement.

Le matériel d'une forge comprend : **Matériel.**

1° Un creuset catalan ;

2° Une trompe des Pyrénées ;

3° Un marteau, ou mail, de 400 kilog., servant à la fois au cinglage de la loupe, ou massé, et à l'étirage du fer marchand.

Dans quelques forges il y a en outre un petit mail de 120 kilog., destiné à dégauchir et à parer les pièces.

Le personnel se compose d'une brigade de huit forgeurs, quatre maîtres et quatre valets, d'un garde-forge et d'un commis. La brigade est divisée, quant aux attributions respectives et aux manœuvres, ainsi qu'il suit : **Personnel.**

Le *foyer* (chef de la brigade). Il monte et entretient le creuset ; surveille l'allure et la qualité du vent ; charge le minerai au feu ; il doit en

outre, sur deux opérations, étirer le fer provenant de l'une d'elles. Il est servi par un valet.

Les *deux escolas* (1) ou fondeurs. Ils sont alternativement chargés de la conduite du vent et du feu, en un mot, du traitement du minerai; ils dirigent la chauffe des pièces à étirer. Chacun d'eux est assisté par un valet.

Le *maillet*. Il monte et entretient le mail; il conduit le cinglage et doit en outre, sur deux opérations, et à tour de rôle avec le foyer, étirer le fer provenant de l'une d'elles. Il est servi par un valet.

Les *valets du foyer et du maillet*, ou *piquemines*. Ils assistent leur maître respectif, soit dans l'entretien du feu et du mail, soit dans le cinglage et l'étirage. Ils doivent en outre concasser (*piquer*) sous le mail le minerai, de manière que les plus gros fragments ne dépassent pas le volume d'une noix.

Les *valets d'escola*. Ils servent leurs maîtres dans la conduite du vent et du feu, dans le chargement du charbon et de la greillade. Ils tamisent le minerai piqué sous le mail pour séparer le minerai pulvérisé (*greillade*), de celui concassé en morceaux

Le *garde-forge*. Il s'occupe de l'emmagasinement des matières premières et des produits. Il doit veiller à ce que le feu soit convenablement pourvu de minerai et de charbon.

Enfin le *commis*. Il est chargé de la haute surveillance, de l'approvisionnement de l'usine, de

---

(1) Ils sont ainsi nommés du mot patois *escoula* (écouler); parce que ce sont eux qui percent au chio pour en faire écouler les scories (*carails*).

la confection des commandes et de l'écoulement des produits.

Quand le massé est sorti du creuset, le foyer examine l'état de la tuyère et du feu, il fait les réparations qu'il juge nécessaires. Aidé de son valet, il dégage le fond, les parois et les angles-morts du creuset des écailles qui s'y étaient fixées pour faire siége au massé, et prépare ainsi le feu à recevoir une nouvelle loupe. Il remplit le creuset de charbon qu'il tasse à quelques pouces au-dessus du nez de la tuyère, puis il en divise la largeur avec une pelle en fer (*pal*), de manière à avoir $\frac{2}{3}$ de cette largeur à la tuyère, et $\frac{1}{3}$ au contrevent (*ore*). Cette dernière partie est remplie de minerai concassé tandis que dans l'autre il tasse le charbon et en forme un mur pour soutenir le minerai (*Pl. VII, fig.* 1). C'est au milieu de ce mur de charbon et au-dessus du nez de tuyère que se placent les pièces à chauffer pour l'étirage. Le chargement terminé, et le feu remis en état, l'escola donne un coup de vent pour dégager la tuyère et aviver le feu; puis il ralentit l'action afin d'agir lentement sur la surface inférieure du minerai et amener peu à peu l'agglutination sans provoquer des chutes dans le feu. — Manœuvres du traitement.

Pendant la durée de l'étirage il augmente graduellement le vent, de telle sorte qu'au moment où cette opération touche à son terme, l'élaboration du minerai au contrevent soit en pleine activité. Pendant ce temps il a chargé par portions sur le feu le minerai en greillade qui se prépare en descendant à travers les charbons, et arrive sous le vent pour donner naissance au *principe* du massé. Ce principe se forme sous le nez de tuyère, il descend à mesure que le feu chauffe,

et que l'élaboration de la greillade augmente son volume et son poids. L'escola en provoque et facilite le mouvement descendant par l'écoulement des scories qui noient le fond du creuset; il prépare ainsi le siége du feu, et asseoit le principe, de manière que le massé se trouve jusqu'à la fin de l'opération convenablement placé sous le vent. C'est là une des conditions essentielles de bonne conduite de l'opération, et, il faut le dire, elle est trop souvent négligée. Le siége du feu une fois établi, avec bon minerai et bon vent, il est toujours facile au fondeur d'arriver à bonne fin.

Quand l'étirage touche à sa fin, l'escola reste maître du feu, alors son travail se dessine complétement. En même temps qu'il jette la greillade sur le feu, avec la palinque il avance par portion, sous le vent, le minerai qui s'élabore à l'ore. L'opération prend alors le nom de *balejado*. Il donne au vent plus d'intensité, il perce plus souvent au chio pour l'écoulement des scories, jusqu'au moment où, n'ayant plus à l'ore de minerai à traiter, il relève avec la palinque sous le vent les parties perdues entre la loupe et les parois du creuset. Il donne alors un bon coup de feu pour achever la fonte des parties réfractaires et souder convenablement la surface du massé. Cette dernière phase de l'opération se nomme le *rimé*, parce qu'alors le feu, comme on dit en terme de forge, rime, c'est-à-dire, que le vent porte sur la loupe.

L'opération terminée, le massé est tiré du feu; partagé sous le mail en deux parties (*massoques*) que l'on cingle séparément; chacune d'elles est divisée, suivant la longueur, en deux parties (*massoquettes*) que l'on étire successivement.

Tel est l'ensemble des manœuvres du traitement

direct du fer à la catalane; la durée moyenne en est de six heures; pendant ce temps on produit environ 160 kilog. de fer forgé.

Matières premières.

Cela posé, nous allons nous occuper de l'étude des matières premières employées dans le traitement; nous examinerons leur nature et leur mode d'action pendant l'élaboration. Ces matières sont :

1° Le minerai de fer;
2° Le charbon de bois;
3° Le vent.

Le minerai employé aux forges de l'Arriége est en presque totalité extrait des mines de Rancié (Arriége). Ces mines fournissent au commerce deux variétés principales: la mine noire et la mine ferrue (A). **Minerai de fer.**

1° La mine noire comprend la mine douce, friable, dite à Gra-de-Gabache (*grain de blé noir*), et les fers carbonatés, plus ou moins altérés, compactes, connus sous le nom de mine forte de la Craugne. Ces derniers sont chargés d'une quantité assez considérable de calcaire.

La mine noire, douce et friable, rare aujourd'hui, renferme sur 100 parties savoir :

Perte au feu.	– Eau et acide carbonique. .	6,60
Oxide de fer. .	Oxygène.	25.93
	Fer métallique.	56,47
Fondants. . .	Oxide de manganèse. .	9,60
	Chaux.	0,90
	Magnésie.	0,30
	Silice.	1,10
		00,00

Les mines fortes de la Craugne renferment sur 100 parties :

Perte au feu. — Eau et acide carbonique. .			17,80
Oxide de fer.	Oxygène.		18,70
	Fer métallique		42,90
Fondants. . .	Oxide de manganèse. .		4,40
	Chaux.		10,00
	Magnésie.		2,60
	Silice.		3,60
			100,00

2° La mine ferrue comprend l'hématite brune concrétionnée et l'oxide hydraté compacte ; ces minerais sont plus ou moins chargés de veinules d'argile. Ils renferment, terme moyen, sur 100 parties :

Perte au feu. — Eau et acide carbonique.			14,15
Oxide de fer.	Oxygène.		24,33
	Fer métallique.		54,77
Fondants. . .	Oxide de manganèse. .		2,15
	Chaux.		0,90
	Argile.	alumine. . .	0,30
		silice. . . .	3,40
			100,00

L'état actuel de l'exploitation des mines de Rancié dans les éboulis fournit un mélange des variétés qui précèdent, associées à des matières terreuses. Cent parties du mélange (*minerai marchand*), reposé au magasin, renferment :

Perte au feu. —Eau et acide carbonique. .			14,20
Oxide de fer.	Oxigène.		19,84
	Fer métallique.		44,16
Fondants. .	Oxide de manganèse. .		3,00
	Chaux		5,60
	Magnésie.		0,70
	Argile. .	alumine. .	1,10
		silice. . . .	11,40
			100,00

En jetant les yeux sur l'ensemble des données qui précèdent, on voit que dans le minerai le fer métallique est loin d'être libre ; il est à l'état d'oxide associé à de l'eau, à l'oxide de manganèse, au carbonate de chaux, au carbonate de magnésie, à l'alumine, enfin à du sable plus ou moins tenu.

Pour isoler le fer métallique des corps étrangers avec lesquels il est uni, on a dû mettre en jeu les propriétés particulières à chacun de ces corps, et par là en provoquer la séparation.

Or sous l'influence d'une température élevée et soutenue,

1° L'eau se vaporise.

2° Les carbonates de chaux et de magnésie se décomposent ; l'acide carbonique s'échappe, il reste de la chaux vive et de la magnésie.

3° Ces deux bases, ainsi que l'alumine, surtout l'oxide de manganèse et aussi l'oxide de fer ont la propriété de s'unir à la silice, et de donner une matière scorifiée (*carails*) fusible et très-fluide au rouge blanc avant le ramollissement du fer métallique.

4° Enfin les oxides de fer se réduisent assez facilement, et donnent du fer métallique en cédant leur oxygène aux corps qui en sont avides (*agents réductifs*).

Dès-lors on conçoit que, soumis à l'action simultanée de ces agents et d'une température convenablement élevée, le minerai de fer abandonne l'eau, tandis que la liquation le débarrasse des fondants, aux dépens même d'une partie de l'oxide de fer. Pendant ce temps ce dernier cède peu à peu son oxygène aux agents réductifs et passe à l'état de fer métallique.

Telles sont, dans leur ensemble, les réactions qui, dans le creuset, président à l'élaboration du minerai de fer. Pour les provoquer il fallait, en premier lieu, maintenir le minerai à une température convenablement élevée ; en second lieu, le soumettre à l'action de corps avides d'oxygène.

Ces conditions ont été remplies, en le plaçant sous l'influence immédiate des phénomènes de réduction que provoque la combustion du charbon de bois ; cette dernière étant activée par un courant d'air forcé.

Charbon de bois. Le charbon employé dans l'Arriége se compose principalement des essences hêtre, chêne et sapin. On sait combien le charbon est avide d'oxygène, aussi réduit-il facilement les oxides de fer ; il a en outre la propriété de se combiner avec le fer pour donner de l'acier. Cet effet de cémentation se manifeste surtout au moment de la réduction de l'oxide, quand le fer est à l'état naissant. Le charbon absorbe l'eau hygrométrique ou humidité de l'air. Un mélange de $\frac{2}{3}$ hêtre et chêne, $\frac{1}{3}$ sapin, représentant la nature moyenne des charbons de l'Arriége, renferme, sur 100 parties, 6 $\frac{2}{3}$ d'eau.

Vent. La combustion est activée par l'air atmosphérique, insufflé dans le feu par une trompe. L'air est formé du mélange de deux gaz, l'oxygène et l'azote. Il y a, en outre, une quantité plus ou moins considérable d'eau hygrométrique, et, suivant l'état de la trompe, de l'eau mécaniquement entraînée. On s'en assure en présentant à la tuyère le revers de la main ; le picotement que l'on éprouve à la peau est provoqué par le choc des gouttelettes. On dit alors que le vent est vif et grenu.

Le rôle que joue le gaz azote dans le feu parait

entièrement négatif. Le gaz oxygène a par sa nature la propriété d'aviver la combustion et partant de soutenir la température. Il s'unit au charbon qui en est très avide, et donne naissance à l'oxide de carbone dont nous suivrons plus loin l'action réductive sur le minerai. Quant à l'eau contenue dans l'air, par son passage à travers les charbons incandescents, elle donne naissance à des produits gazeux (oxide de carbone, hydrogène, hydrogène carboné, tous chargés de particules de charbon mécaniquement entraîné). Ils agissent comme réductifs sur l'oxide de fer, et donnent naissance au fer métallique.

Elaboration du minerai au contre-vent.

Après avoir indiqué la nature des matières premières et les réactions qu'elle provoque à l'aide d'une forte température, il nous reste à examiner dans le feu les traces de ces réactions, pour en apprécier les effets. Nous prendrons un feu de forge en pleine activité, à la baléjado, quand l'escola est entièrement occupé de la fonte du minerai. La *fig.* 1, *Pl. VII*, représente la coupe verticale du feu par un plan parallèle au chio, passant par l'axe de tuyère. En observant attentivement, au feu, les différentes parties de cette coupe, on remarque les divers états indiqués ci-dessous :

RÉGION n° 1. — *Calcination.* — *Réduction des oxides.*

A la partie supérieure du minerai au contre-vent (*région n°* 1) (1), on observe des noyaux indé-

(1) La division en régions, du minerai au contre-vent, nous a paru le moyen le plus propre à fixer les idées et à amener à l'intelligence de la marche graduelle

pendants les uns des autres. Ils affectent la même texture que le minerai brut; mais leur couleur a passé du rouge ocreux au noir bleuâtre légèrement métallique; les fragments chargés de manganèse présentent un fond rougeâtre, cette nuance tient à la présence de l'oxide rouge de manganèse. Ils ont tous la surface persillée de petites fentes ou gerçures provenant, soit du retrait au feu, soit de la force expansive de la vapeur d'eau que contient le minerai. Au choc, ils rendent un son sec comme des fragments de briques cassées. Ils sont plus ou moins magnétiques. Déjà le minerai a subi un changement de nature. Exposé à l'action simultanée de la chaleur et des agents réductifs, il a perdu son eau de composition et une partie de son oxygène, pour passer à l'état d'oxide magnétique. Aussi, l'analyse indique-t-elle la présence d'une couche de cet oxide à la surface des noyaux et au voisinage des gerçures, partout où l'action réductive a pu se faire sentir. Elle se manifeste par une texture plus compacte, par un grain plus serré et par une couleur noir-bleuâtre. A mesure que l'on descend dans la région n° 1, ces phénomènes prennent plus de

---

et de la succession des réactions qui s'opèrent au creuset, bien qu'elles présentent dans leur ensemble un état de continuité parfaite. Ainsi, nous pouvons assigner à chacune d'elles la partie du feu où elle domine, l'isoler en quelque sorte pour l'étudier d'une manière plus indépendante et plus complète. Mais ici le mode de division est facultatif; les lignes de séparation ne sont pas toujours rigoureusement exactes, car elles varient de la manière la plus irrégulière et la plus bizarre suivant l'état du feu, suivant la nature du minerai, du charbon et du vent. Nous nous sommes rapprochés, autant que possible, de ce qui se passe dans un feu bien disposé à tous égards.

développement de la surface au centre des noyaux, et bientôt, au bas de cette région, ils se présentent d'un noir-bleuâtre métallique, affectant souvent l'éclat gras et vitreux. La texture en est plus compacte : on remarque en plusieurs points tendance à la scorification. Déjà l'oxide magnétique s'est réduit en partie à l'état d'oxide des battitures (B).

RÉGION n° 2. — *Réduction de l'oxide magnétique. — Commencement de scorification. — Formation du fer métallique à la surface des noyaux.*

Alors, à la surface et au voisinage des gerçures, la texture se serre, se fritte légèrement et paraît scoriacée. Une pellicule d'un gris terne se montre à la cassure, sans que l'aspect extérieur ait changé; seulement la surface est plus rugueuse, plus rude au toucher. Cette pellicule est du fer métallique plus ou moins chargé de matières scoriacées, pâteuses, n'ayant éprouvé qu'un commencement de ramollissement. Ce sont les matières étrangères qui se trouvaient associées à la partie d'oxide de fer déja réduit à l'état métallique. La température, à ce point du feu, n'est pas encore assez élevée pour les fondre. Sous la pellicule se trouve un noyau d'un gris-noir, légèrement boursouflé, ayant subi un commencement de scorification. Aussi, l'oxidule magnétique, puis l'oxide des battitures ont été réduits ; ils sont passés à l'état de protoxide, une partie de ce dernier s'est réduite et a donné du fer métallique, tandis que l'autre partie s'est scorifiée, c'est-à-dire, combinée avec la silice aussi bien que l'oxide de manganèse, la chaux, la magnésie et l'alumine.

Région n° 3. — *Réduction plus active. — Liquation des scories. — Cémentation.*

Plus bas, les noyaux se soudent entr'eux par leurs angles. Ils n'ont pas changé de forme, seulement les parties saillantes sont légèrement déprimées et arrondies. Mais peu à peu l'agglutination devient plus marquée; le téguinent métallique prend de l'épaisseur; les noyaux se déforment et s'arrondissent. Tels sont les phénomènes qui se manifestent à la région n° 3. Si dans cette région on coupe un des noyaux (*Pl. VII*, *fig.* 2), on remarque une enveloppe malléable, d'un gris-terne, ayant quelquefois l'aspect d'une fonte blanche : c'est du fer souillé de matières scoriacées, souvent à l'état cristallin. La surface extérieure est maculée par des gouttelettes de scories d'un jaune-verdâtre sale qui exsudent au travers de l'enveloppe par des pores visibles à la loupe. C'est une véritable liquation. La surface intérieure de l'enveloppe est couverte de rugosités, d'appendices irréguliers et ramuleux de fer métallique. Ils expriment bien la manière dont la pellicule se nourrit du fer qu'elle prend au noyau intérieur à mesure qu'il s'élabore, en donnant d'une part du fer métallique qui se rend à l'enveloppe, et d'autre part des scories qui exsudent en gouttelettes à la surface extérieure. Ces appendices ramuleux baignent dans une zone de scories boursouflées, chargées de grenailles microscopiques; on y remarque toujours, ainsi qu'à la surface extérieure, des traces du passage de corps gazeux. Quant au noyau intérieur il est d'un gris noir foncé métallique, boursouflé, entièrement scorifié (C).

Or, en aidant ces observations de l'analyse, on trouve :

1° Pour les scories qui exsudent au travers de l'enveloppe métallique, une composition telle que l'oxygène de la silice est égal à la somme des quantités d'oxygène respectivement contenues dans les bases. Nous l'indiquerons sous le nom de *silicate neutre ou scorie neutre*. Quand le minerai renferme assez de silice pour donner lieu à cette combinaison, on remarque un tégument métallique bien net, des scories bien fondues d'un jaune verdâtre, donnant souvent des cristaux bien définis d'un brun vert; mais, si cette condition n'est pas remplie, il règne confusion dans les réactions, la pellicule tégumentaire est mal nourrie, et chargée de matières scoriacées, noires, pâteuses. C'est ce qui a lieu pour les mines fortes de la Craugne, qui ont excès de calcaire et défaut de sable. Aussi souvent l'escola, fondant des mines noires, s'est-il vu forcé d'ajouter du sable au feu pour en rendre le traitement possible (D).

2° Pour l'enveloppe métallique on a un fer aciéreux, souillé de scories. Deux analyses ont donné, terme moyen, pour deux téguments pris au bas de la région n° 3, sur 100 parties, 22 de matières scoriacées et $\frac{1}{4}$ de charbon. A la région n° 4, la teneur en carbone s'élève jusqu'à $\frac{1}{2}$ partie pour $\frac{0}{0}$ (E).

3° Pour la zone fluide, boursouflée, qui sépare l'enveloppe du noyau intérieur, on trouve une scorie riche encore en oxide de fer, dont elle se dépouille peu à peu sous l'action des agents réductifs. On y remarque des grenailles microscopiques qui se rendent à l'enveloppe favorisées dans leur transport par la fluidité des scories.

4° Enfin le noyau intérieur présente une matière semi-fondue, boursouflée à la surface, d'un noir métallique, d'une texture vitreuse. Ce sont des scories très-riches en oxide de fer qui s'élaborent sous l'action des réductifs.

De tous ces faits il résulte que, sous l'influence directe de ces agents qui pénètrent sous l'enveloppe, cette dernière se nourrit aux dépens du noyau intérieur. Le phénomène que l'on voit sans cesse se reproduire, c'est que ce noyau abandonne peu à peu son excès d'oxide de fer, qui se réduit de manière à donner du fer métallique d'une part, et une scorie neutre d'autre part. Un autre fait, bien important pour la pratique, se manifeste à mesure que l'élaboration marche; l'enveloppe métallique se cémente avec d'autant plus d'activité que le fer et le charbon y sont à l'état naissant.

RÉGION n° 4. — *Élaboration active. — Cémentation. — Affinage.*

Descendons au bas de la région n° 3. Les phénomènes d'élaboration y sont activés par une température plus élevée; la liquation marche rapidement et provoque des gerçures et des crevasses sur l'enveloppe métallique. Enfin dans la région n° 4, les enveloppes se soudent entre elles, s'aplatissent, le noyau intérieur se fond et s'écoule au bain qui couvre le massé, à l'état de silicates très-basiques (c'est-à-dire, qu'il y a trop d'oxide de fer pour que la somme de l'oxygène des bases soit égal à l'oxygène de la silice, comme cela a lieu pour la scorie neutre). Ici les scories, dont était souillé le fer des téguments, se séparent sous l'influence d'une haute température. C'est une espèce d'affinage, du moins nous l'appellerons ainsi.

C'est alors que, poussées par la palinque sous le nez de tuyère, les parties réduites vont se souder au massé en traversant le bain de scories qui le recouvre. Là, sous le vent, l'essuyement des scories se fait avec activité (F). Faisons remarquer ici que les scories du bain sont toujours plus ou moins riches en oxide de fer, et que sous le vent elles cherchent à passer à l'état de scorie neutre. L'excès d'oxide de fer qu'elles renferment a une tendance marquée à s'isoler, pour peu qu'il se trouve à distance un réductif avide d'oxygène. Aussi les parties cémentées à l'ore éprouvent une décarburation rapide, provoquée par l'excès d'oxide de fer des scories qui, alors, se réduit en cédant son oxygène au charbon.

Explication de la pratique usitée pour marcher en fer doux et en fer fort.

On voit par là que, si on veut marcher en fer doux, il faut une allure rapide et soutenue. En effet, le minerai reste moins au contrevent, partant la cémentation y est moins avancée; de plus, les noyaux intérieurs n'ayant pas le temps de s'élaborer à l'ore, les scories basiques qui affluent au bain sont plus abondantes. On se trouve ainsi dans les conditions de plus complète décarburation des parties préalablement cémentées. Ces faits expliquent pourquoi les mines fusibles, comme les mines noires douces, comme aussi les minerais bien préparés et convenablement pourvus de fondants, sont propres au travail en fer doux.

D'un autre côté, si on fond lentement, le minerai séjourne davantage au contrevent, la cémention y est plus avancée, les noyaux se présentent à la tuyère presque entièrement réduits,

partant il n'y a au massé que peu ou pas de scories basiques. Aussi la cémentation persiste et se continue sous le vent à la surface de la loupe. Or, tous les forgeurs savent que pour fer fort on ne marche que très-lentement. Cela explique pourquoi les mines ferrues riches, d'un travail assez pénible, sont bonnes pour fer fort. On sentira aussi dans cette circonstance l'utilité du grillage préalable. C'est que le minerai grillé est déjà arrivé au degré d'élaboration de la région n° 2; il y a gain de temps pour le séjour du minerai à l'ore, par suite élaboration plus lente et cémentation plus complète.

Toutes ces considérations, dérivant immédiatement de la théorie, se trouvent sanctionnées dans tous leurs détails par la vieille pratique des bons forgeurs.

Élaboration du minerai jeté en greillade sur le feu.

Dans ce qui précède nous n'avons parlé que du traitement du minerai placé au contrevent; il nous reste à suivre et à indiquer l'élaboration de celui jeté en greillade à la surface du feu, au-dessus de la tuyère. On sait que la greillade a été préalablement mouillée, cela est nécessaire pour qu'elle ne se présente pas trop rapidement sous le vent, en se tamisant à travers les charbons. La greillade jetée sur le feu s'élabore de même que le minerai en noyaux; c'est-à-dire, qu'elle se déshydrate, passe successivement à l'état d'oxide magnétique, d'oxide des battitures puis de protoxide, et se couvre d'une pellicule métallique, en même temps qu'elle se fritte et se scorifie à l'intérieur. A la vérité, les phénomènes se passant sur de très-petits fragments, les différentes phases de l'élaboration se succèdent rapidement;

il y a bientôt scorification à l'état de silicates très-riches qui affluent au bain sur le massé. On remarque que, si dans ces scories on plonge un corps solide quelconque, ce corps s'enveloppe rapidement d'une pellicule métallique. Ce phénomène de réduction rapide des scories basiques au contact d'un corps solide tient à ce que l'air insufflé va se loger de préférence entre le corps mouillant et le corps mouillé. La réduction y est ici encore activée par la tendance des scories riches, à passer à l'état de scories neutres, en abandonnant l'excès d'oxide de fer qu'elles renferment. Or dans ces scories plongent une grande quantité de charbons, autour desquels se développe la réduction de l'oxide en excès, tant parce que ces charbons agissent comme corps solides, plongés dans les scories, que parce qu'ils brûlent sous le vent et donnent au voisinage une température élevée, et partant une grande énergie aux agents réductifs. Il faut ajouter que les gaz de la combustion, en s'échappant au travers des scories, les boursouflent et réduisent les parties qu'ils lèchent en passant. Les traces de ce mode d'action sont manifestes. Les parties réduites se soudent entre elles, tandis que les enveloppes formées autour des charbons grossissent en descendant et se soudent, soit entre elles, soit aux matières amenées avec le ringard du contrevent sous le nez de tuyère.

Explication de détails pratiques.

Au bain aucun phénomène de cémentation ne peut se passer, car les scories riches y abondent. Ici, non-seulement elles désacièrent les parties cémentées à l'ore, mais aussi elles garantissent la surface du massé de l'action carburante du vent. Or, par suite de l'élaboration active de la greil-

lade, il y a au bain d'autant plus de scories riches que l'on jette plus de minerai en greillade. Voilà pourquoi on en emploie beaucoup, et aussi pourquoi on perce moins au chio, si on marche en fer doux. Si au contraire on veut obtenir du fer fort, on jette peu de greillade, si ce n'est pour nourrir le principe pendant l'étirage; on a soin d'essuyer la massé en perçant souvent au chio. De la sorte les parties réduites et cémentées à l'ore descendent et se soudent au massé sans être désaciérées par la rencontre des scories riches. De plus alors, la surface de la loupe, soumise à l'action du vent, continue à se cémenter.

En résumant ce qui précède, on voit que le traitement direct du fer à la Catalane repose sur deux faits principaux:

1° L'action incessante des agents réductifs (G);

2° La tendance constante des scories à passer de l'état basique à celui de silicate ou scorie neutre.

Nous ne voudrions point paraître attacher une trop haute importance à ce travail, bien que nous y trouvions les bases des tentatives à faire pour fixer des procédés de fabrication. Mais, comme nous nous adressons surtout aux praticiens, nous croyons devoir ici indiquer rapidement quelles conséquences on peut tirer à priori des faits ci-dessus indiqués.

En premier lieu, nous avons vu l'élaboration du minerai se faire suivant des lois aussi simples que permanentes, tendant sans cesse à se reproduire sous le vent. Ces lois, une fois bien entendues et bien appréciées, ne conduiront-elles pas à fixer la méthode? Rien ne milite contre cette assertion, tout au contraire tend à la confirmer.

En outre, le départ des matières étrangères que

renfermé le minerai s'opère toujours dans un état de combinaison simple et bien défini (*silicate multiple neutre*). Nous avons vu l'allure languir quand la nature du minerai ne peut amener facilement ce silicate, tandis qu'elle se soutient réglée et uniforme toutes les fois que cette combinaison peut se produire. Or, le minerai une fois connu, rien ne s'oppose à le mettre dans les conditions de plus facile production de la scorie neutre. L'expérience nous permet d'avancer ici qu'il y a beaucoup à attendre d'une préparation bien entendue du minerai avant le traitement à la forge.

Enfin, nous avons vu la vieille pratique des forgeurs expliquée dans ses détails. Or, nombre de bons ouvriers, adroits, intelligents, procèdent par des moyens dont ils connaissent l'efficacité dans des circonstances données, mais dont ils ne sauraient apprécier le mode d'action. Le plus souvent ils peignent et représentent instinctivement par des expressions pittoresques les exigences du creuset, du minerai, du charbon et du vent, mais ils ne les définissent jamais : aussi, qu'un dérangement arrive, que l'allure du feu ne réponde pas à leurs efforts, ils sont aussitôt embarrassés et manquent de moyens. Eh bien! qu'à la place de l'ouvrier ignorant les secrets du feu, on mette un forgeur qui à chaque instant puisse saisir et apprécier l'influence de toutes les manœuvres du traitement, nul doute que ce dernier ne possède plus de ressources pour maintenir ou relever l'allure. Nous entendons dire, que des forgeurs nous voulons faire des savants. Ne fait-on pas, dans les villes, des cours au ouvriers? Et ces cours n'amènent-ils pas chaque jour de grands résultats? Pourquoi ici ne donnerions-nous pas aux forgeurs

un manuel imprimé que nous irions expliquer et développer à la forge? D'ailleurs, la plupart des découvertes viennent des praticiens. Si elles se sont fait attendre, c'est qu'on a négligé de développer les germes qui très-souvent naissent et meurent chez les ouvriers. On crie trop contre eux; on ne cherche pas assez à les apprécier; on devrait plutôt tâcher avec nous de leur procurer les moyens de s'instruire.

NOTES.

(A) *Modifications successives du minerai de Rancié.* La nature primitive du minerai de Rancié paraît avoir été un carbonate de fer associé à des carbonates de manganèse, de magnésie et de chaux. Il est intimement lié et passe insensiblement, soit au roches calcaires qui encaissent le gîte, soit aux stériles intercalés dans la masse métallifère; souvent même il en affecte la stratification, ce qui lui donne un caractère de contemporanéité. En passant au calcaire, il se charge insensiblement de carbonate de chaux.

Un échantillon de carbonate blond foncé, spathique, a donné à l'analyse :

Carbonate de fer.	85,00
Id. de manganèse.	9,61
Id. de chaux.	3,00
Id. de magnésie.	2,39
	100,00

Soumis à la fois à l'influence simultanée des forces électro-chimiques, qui se développent dans la masse métallique de Rancié, et des eaux d'infiltration, qui, on le sait, jouissent d'une action puissante sous une forte pression hydrostatique, le minerai a dû subir un changement dans sa nature. Les carbonates métalliques, en partie, sont passés à l'état d'oxides hydratés et ont donné des épigénies; en partie ils se sont dissous dans les eaux chargées d'acide carbonique en même temps que les carbonates de

chaux et de magnésie. Ce dernier dut se constituer à l'état de bicarbonate assez soluble. Là où ces réactions se sont passées on rencontre la mine noire, douce, plus ou moins fusible ; tandis que partout ailleurs et surtout au voisinage des roches calcaires, la décomposition a été généralement peu développée. Aussi n'y observe-t-on que les mines fortes de la Craugne, riches encore en carbonates surtout en carbonate de chaux. Ce que la nature n'a pas encore fait pour les amener à un état de préparation convenable, le grillage à la flamme perdue, suivi de l'immersion, pourra le faire.

Pendant ce temps, l'action à la fois érosive et dissolvante des eaux souterraines a creusé, soit à l'intérieur, soit aux parois du gîte, des cavités irrégulières. Dans ces cavités se sont déposés, à l'état de fer oxidé hydraté compacte et d'oxide noir de manganèse, des carbonates métalliques entraînés par les eaux ; ils ont ainsi donné naissance aux belles hématites concrétionnées et à ces variétés de manganèse bacillaire que l'on recherche à Rancié. Le manganèse oxidé s'est déposé surtout à l'état pulvérulent, assez mal associé à la mine ferrue dont il se sépare même par le lavage, il n'y entre que pour 2 à 2 ½ p. 0/0, tandis qu'il est intimement lié aux mines noires qui en renferment jusqu'à 10 p. 0/0. Tout, dans la nature et le mode de gisement de la mine ferrue et du manganèse pulvérulent, paraît confirmer l'opinion qu'ils sont un produit postérieur résultant de la décomposition du fer carbonaté manganésien sous l'action simultanée des eaux et des forces électro-chimiques. La mine ferrue est toujours séparée des roches encaissantes par une couche d'argile ocreuse plus ou moins chargée de manganèse oxidé. La surface de ces roches est bosselée comme les parois des grottes calcaires (Niaux, Bedaillac, Ussat). Elle paraît avoir subi l'action des eaux acidulées qui ont dissous les carbonates, laissant sur place les argiles insolubles. On remarque que les saillies des roches sont généralement formées de calcaires ferrifères plus compactes et moins attaquables par les eaux (1). Il arrive souvent que l'on

(1) Les argiles de Rancié se rapprochent du résidu que donne le mélange des calcaires de ce gisement attaqué par un acide faible. On remarque que les calcaires cristallins et ferrifères résistent beaucoup plus que les calcaires gris-blancs esquilleux.

rencontre dans la couche d'argile des blocs calcaires qui semblent roulés. Ce sont des noyaux qui, plus que la pâte calcaire qui les enveloppait, ont résisté au travail des eaux. Ce travail étant incessant, les cavités ont dû progressivement s'agrandir, la masse métallifère qu'elles comprenaient a dû éprouver des déplacements et des fractures. De là ces poils d'argile que l'on remarque dans le minerai vierge; de là aussi ces surfaces lisses que l'on rencontre sur les poils et qui paraissent attester que la masse appuyée aux roches calcaires a dû affecter quelque mouvement. Nous avons donné ces détails pour indiquer d'une manière plus complète la nature du minerai de Rancié, et pour répondre à la question si souvent répétée : *Le minerai de fer se fait-il encore à Rancié ?* On le voit, il n'y a pas formation de la matière; mais bien changement de nature et déplacement.

(B) L'analyse d'un noyau de minerai pris au bas de la région n° 1 a donné 56,00 de fer, et 21,52 d'oxygène; ce qui peut représenter l'association de 30,12 d'oxide magnétique et 47,40 d'oxide des battitures (*voir Berthier, Traité des essais, t. 2, p.* 186).

(C) L'analyse n'a donné aucune trace d'oxidation supérieure à celle du protoxide; toute la silice était soluble dans les acides. Cette circonstance, ainsi que l'éclat vitreux de la cassure, accuse au moins tendance à la scorification.

(D) *Du silicate neutre.* Des scories exsudant de l'enveloppe métallique en gouttelettes d'un jaune-serin, ou en cristaux bien définis ont donné (moyenne de cinq analyses) :

Silice.	33,00	contient 17,16	oxyg. 17,16.
Protoxide de fer. .	39,80	9,16	16,71.
Id. de manganèse.	13,00	2,86	
Chaux.	5,00	1,12	
Magnésie.	6,00	2,35	
Alumine.	2,00	0,94	
Grenailles	1,20		
	100,00		

Cette combinaison n'est autre chose que le silicate multiple neutre, nous le rencontrerons toujours défini, partout où l'opération marche bien. Dans toutes les parties du creuset, on observe une tendance à sa formation. C'est le

silicate le plus permanent et en quelque sorte propre à la forge catalane. Dans les noyaux de minerai, tant que la silice se présente en quantité convenable, le tégument métallique se forme franchement, sa texture est serrée, il est peu chargé de scories dont la liquation s'opère avec facilité. Mais, du moment où les éléments manquent à la formation du silicate neutre, l'élaboration est confuse, la pellicule mal dessinée, elle se charge de matières scoriacées pâteuses qui ne peuvent s'écouler. Les oxides de manganèse et de fer sont les bases qui s'unissent en premier lieu avec la silice. La cuisson des carbonates fait languir l'opération. On voit souvent des taches blanches de chaux qui persistent jusqu'à la région no 3, dans l'intérieur du noyau. Le carbonate de magnésie résiste moins. Aussi, dans le principe, le silicate neutre renferme jusqu'à 47 p. 0/0 de protoxide de fer qui est peu à peu remplacé par les autres bases, tout en maintenant la même combinaison.

Ces faits expliquent bien pourquoi est si pénible le traitement des mines ferrues très-riches, et surtout des mines fortes de la Craugne, si elles ne sont chargées d'une quantité convenable d'argile. On sait en effet que ces dernières surtout manquent de silice pour former un silicate neutre avec les bases métalliques et terreuses qu'elles renferment. En outre la chaux dont elles sont chargées paralyse le traitement. Aussi arrive-t-il souvent que leurs fragments persistent avec une faible pellicule, jusqu'à ce qu'arrivés en un point où la température est élevée, ils entrent en fusion et s'écoulent au bain à l'état de silicates très-basiques. Nous n'avons pas besoin de dire ici que ces mines fortes ne sont pas propres au travail en fer fort, et qu'elles donnent toujours des scories grasses.

Revenons au silicate neutre; on l'observe partout où la réduction est active, à la surface des noyaux, au voisinage des charbons dans le bain des scories et surtout dans les cheminées que l'escola fait avec le ringard au contrevent quand il donne la mine sous le vent. Il n'est pas magnétique; il est le plus souvent d'un jaune serin, puis il passe au brun noir, et, sans changer de nature, il se rapproche de la couleur des scories. S'il se forme au voisinage des charbons, il affecte presque toujours une teinte noirâtre. Par décantation il cristallise en prismes qui se rapportent au péridot, ainsi qu'il résulte des mesures que

M. Dufrénoy en a prises, et qu'il a consignées dans la note ci-jointe (1). Ces prismes atteignent quelquefois 3 à 4 millimètres de longueur. Quand la cristallisation se fait sous un courant de gaz, elle est feuilletée, confuse, elle donne souvent des prismes bacillaires, aplatis, qui affectent une disposition tubulaire et feuilletée. Si le silicate neutre ne se montre pas toujours à la sortie du chio, c'est que, lors d'une percée, tous les silicates plus ou moins basiques qui forment le bain s'écoulent confusément. Néanmoins, en bonne allure, les scories s'en rapprochent très-sensiblement dans leur ensemble ; ce qui d'ailleurs s'observe même sur les scories des anciennes forges à bras.

Emploi du manganèse. — Dans la formation de ce silicate, nous avons vu l'oxide de fer en excès se séparer et se réduire. On concevra facilement combien ces réactions seront activées, si dans le creuset se trouve un corps jouissant, plus que l'oxide de fer, de la propriété de donner des silicates très-fusibles. Un tel corps favorisera la fusion, rendra l'allure plus uniforme, et réduira dans les scories

---

(1) Les cristaux empâtés dans les scories des forges à la catalane de Rancié se présentent sous deux formes, qui paraissent au premier abord différentes ; l'une est un prisme à six faces allongé, surmonté d'un biseau ; l'autre un octaèdre à base rectangle (*Pl. VII, fig.* 3). Cette différence dans la cristallisation n'est qu'apparente, elle tient à l'allongement des cristaux dans le sens de la face T, qui engage, dans le premier cas, à placer cette face verticalement, tandis que, dans l'autre, on la regarde comme parallèle à la base de l'octaèdre.

La mesure de plusieurs de ces deux variétés de cristaux, au moyen du goniomètre à réflexion, m'a donné des résultats très-rapprochés, dont je transcris les deux extrêmes :

$$T.K = \begin{cases} 138^\circ\ 20' \\ 138^\circ\ 55' \end{cases} \qquad T.S = \begin{cases} 131^\circ\ 27' \\ 131^\circ\ 36' \end{cases}$$

Ces angles sont presque identiques avec les angles correspondants du péridot (*fig.* 4), qui ont pour valeur, d'après M. Haüy, T. K = 138° 31', T. S = 131° 49'. Il en résulte que les cristaux produits dans le traitement du fer à la catalane doivent être rapportés à l'espèce péridot, résultat qui, du reste, est conforme à l'analyse. C'est également à cette espèce minérale qu'appartiennent les cristaux que l'on observe fréquemment dans les scories du puddlage. Seulement ces derniers sont très-aplatis et très-larges. Ils se présentent ordinairement sous la forme d'une table rectangulaire biselée, analogue aux cristaux d'urane phosphaté ; mais c'est exactement la même forme que les cristaux du Rancié.

la teneur en oxide de fer. Il en résultera d'une part augmentation dans le rendement, d'autre part formation de produits plus homogènes.

Or, de tous les réactifs qui jouissent de ces propriétés, l'oxide de manganèse doit être placé au premier rang. Des essais faits en forge en ont démontré l'emploi comme très-avantageux pour donner de bons fers, doux, homogènes, propres à la cémentation.

Nous avons aussi eu recours à l'oxide de manganèse pour marcher en fer fort (acier naturel), en mettant en jeu les propriétés que possèdent les scories manganésifères de conserver la carburation et de faciliter le soudage en décapant les surfaces. Mais ici le manganèse n'est pas mélangé au minerai, il est jeté au feu, comme la greillade, de manière à donner un bain de scories toutes les fois que l'escola donne la mine sous le vent. On facilite ainsi le soudage des parties amenées au massé, puis on perce au chio pour cémenter sous le vent. Nous sommes portés à penser qu'un jour on tirera un grand parti de ce mode de traitement.

(E) Le tégument métallique qui couvre les noyaux de minerais a donné à l'analyse :

Fer métallique. . . .	76,905 (1)	78,675 (2)
Scories.	23,100	21,100
Carbone.	00,095	00,125
	100,000	100,000

L'analyse (1) se rapporte à un noyau pris à la région n° 3, et l'autre (2) à un noyau pris à la région n° 4. Ces résultats montrent combien est active la cémentation sur le fer naissant.

(F). Nous avons plusieurs fois observé que les scories dont était souillé le fer à la surface du massé se séparaient sous le vent à l'état de sesquisilicate.

(G). *De la réduction et de la cémentation.* Dans la réduction de l'oxide de fer l'action des gaz de la combustion (oxide de carbone, hydrogène et hydrogène carboné, tous chargés d'une grande quantité de particules de charbon mécaniquement entraînées) apparaît d'une manière manifeste. Partout elle laisse des traces, soit que l'action se passe sur le minerai placé au contrevent, soit qu'elle s'opère sur la greillade. Nous citerons surtout les boursouflures et ampoules formées par le passage des gaz et qui toutes sont tapissées d'une pellicule métallique.

Dans la cémentation à l'ore, les gaz de la combustion paraissent aussi jouer un grand rôle. En effet, ce phénomène se passe au contrevent loin du mur de charbon avec une grande rapidité, il y est d'autant plus actif qu'il se passe sous l'influence plus immédiate de ces gaz.

Quant à la cémentation à la surface de la loupe, elle y marche sous l'influence d'une température très-élevée. Le voisinage du charbon paraît exercer une action énergique.

On a expliqué, avec une grande vraisemblance, les faits de réduction et de cémentation par la propriété dont jouit l'oxide de carbone de réduire certains oxides pour donner de l'acide carbonique qui, à son tour, en présence d'un excès de charbon, régénère l'oxide de carbone. On a considéré l'hydrogène carboné à la fois comme réductif et carburant. On s'est trouvé fort de la facilité de réaction que présentent les corps gazeux surtout à l'état naissant. D'un autre côté, on a assigné un rôle au charbon en nature; et dans plusieurs circonstances, cette assertion n'a rien de hasardé, surtout à de hautes températures, car alors le développement des forces électro-chimiques, l'état de division des particules, peut-être même la tendance à la vaporisation, permettent à la plupart des corps, même les plus fixes, de réagir comme s'ils étaient à l'état naissant.

Peut-être dans l'appréciation du mode d'action des agents réductifs a-t-on trop négligé le rôle que peut jouer le charbon en nature, soit que l'on s'arrête à cette tendance à la vaporisation mise en jeu à distance par les forces électro-chimiques, soit aussi que l'on considère la grande quantité de particules charbonneuses dont se chargent les gaz de la combustion, surtout quand celle-ci est activée par un courant d'air forcé. A la forge catalane le vent agit avec une vitesse due à une pression de 9 et quelquefois 10 centimètres de mercure qui corrode les charbons. On sait que, pour marcher en fer fort, on recherche à la fois un charbon fort qui puisse descendre et persister sous le nez de tuyère, et une trompe qui jette le vent avec force dans le feu; ce qui tend évidemment à développer une température élevée et soutenue, aussi bien qu'à faciliter dans le feu le transport mécanique des particules charbonneuses. Personne n'ignore d'ailleurs quelle énergie et quelle puissance de transport acquièrent les forces électro-chimiques

sous l'influence d'une haute température. Or, quelque explication que l'on admette pour rendre raison des faits de réduction et de cémentation, nous sommes porté à penser que l'on ne peut négliger entièrement le charbon en nature, soit qu'il exerce une action directe, soit aussi, et en même temps, qu'il réagisse d'une manière incessante pour régénérer les produits gazeux considérés comme agents immédiats.

Nous ferons observer que le vent des trompes, toutes circonstances égales d'ailleurs, cémente beaucoup plus rapidement que celui des machines à pistons. Cela paraîtrait tenir à ce que l'air des trompes, plus chargé d'humidité, donne par la combustion plus d'hydrogène et plus d'hydrogène carboné. Le premier activerait la réduction, tandis que le second agirait à la fois comme réductif et comme carburant. Mais nous sommes ici trop étranger à la marche progressive de la science pour qu'il nous soit permis de prendre part aux débats de ces questions de haute philosophie métallurgique.

L'analyse chimique nous apprend également que le tuf ponceux ne saurait être considéré ni comme un produit de la Somma, ni comme une déjection du Vésuve, de sorte que l'étude de la composition de ces roches apporte une raison de plus pour distinguer trois ordres de volcans dans les environs de Naples.

Cette concordance de la chimie et de la géologie est remarquable; elle me fait penser qu'il y aurait un véritable intérêt à examiner ainsi chimiquement un grand nombre de roches ignées, telles que les trapps, qui ne présentent pas de caractères minéralogiques assez tranchés pour qu'on puisse les classer d'une manière certaine, par le seul examen de leurs propriétés physiques.

Pour avoir une idée générale de la composition des roches du Vésuve, j'ai examiné des produits pris dans des conditions diverses, et qui représentent par leur ensemble les différentes transformations que subit la masse fondue qui s'écoule à chaque éruption.

1° Des laves qui constituent les bords du Palo, c'est-à-dire l'opercule du Vésuve; ces roches se sont refroidies dans des conditions qui ont favorisé la cristallisation;

2° Des laves prises sur les pentes du cône, elles sont bulleuses et scoriacées;

3° Des laves qui se sont accumulées en nappes horizontales au pied du volcan;

4° Enfin des cendres recueillies à Naples lors de l'éruption de 1822.

Les laves de la Somma ne diffèrent entre elles que par la grosseur des grains, on n'a donc pu varier l'analyse comme pour les produits du Vésuve; mais on a examiné comme comparaison

les pyroxènes de la Somma et ceux des laves de l'Annunciata et du Palo.

Les laves du Vésuve, lorsqu'elles ont été réduites en poudre impalpable, sont solubles en partie (plus de moitié) dans les acides. Cette circonstance permet de fractionner leur analyse en deux parties. Je les ai donc soumises, après les avoir porphyrisées, à l'action de l'acide muriatique concentré et bouillant pendant trois à quatre heures. Le résidu a été repris par la potasse caustique, afin de séparer la silice gélatineuse. J'ai cherché successivement dans la liqueur muriatique la silice, le fer, l'alumine, la chaux, la magnésie et les alcalis.

Relativement aux alcalis, j'ai pesé les chlorures ensemble, puis j'ai dosé séparément le chlorure platinico-potassique et le chlorure sodique. Une petite quantité de magnésie étant restée avec la soude, j'ai cru au premier moment que ces laves pouvaient contenir de la lithine, ce qui m'a engagé à rechercher cet alcali; mais je me suis assuré d'une manière positive qu'il n'en existait pas.

Pour faire l'analyse de la partie inattaquable par les acides, je l'ai transformée en verre plombeux, en la fondant avec un mélange de litharge et de nitrate de plomb. J'ai versé le verre de plomb dans l'eau, et après l'avoir recueilli je l'ai pesé et porphyrisé, en tenant compte de la perte qui résulte de cette opération. Le verre de plomb porphyrisé se dissout en quelques minutes dans l'acide nitrique faible; au moyen de cette précaution, l'analyse de la partie inattaquable n'est guère plus longue que celle de la partie soluble.

La dissolution du verre plombeux étant com-

plète, je l'ai évaporée à siccité pour obtenir la silice. Puis j'ai séparé successivement le plomb, le fer et l'alumine, et la chaux. J'ai alors transformé les sulfates en acétates par le moyen de l'acétate de baryte. L'évaporation à siccité, puis la calcination, ont donné des carbonates alcalins, mélangés de carbonates de magnésie et de baryte. Les carbonates alcalins ont été séparés, puis transformés en chlorures, de manière à pouvoir isoler la potasse de la soude.

Lave du Palo. Cette lave forme l'arète saillante du cratère : elle constitue une assise assez régulière qui plonge vers l'extérieur du cône. Il est probable qu'elle est le résultat du relèvement de la partie de la coulée qui se solidifie au sommet du cratère, et en forme pour ainsi dire l'opercule, la lave du Palo s'est par conséquent répandue sur une surface horizontale et s'est refroidie lentement. C'est à cette circonstance qu'elle doit sa texture cristalline analogue à celle du basalte; elle se compose d'une pâte grise, dans laquelle on observe quelques lamelles brillantes analogues au labrador, et des cristaux peu nombreux de pyroxène vert clair lamelleux. Les blocs rejetés par le volcan au commencement de chaque éruption, et que l'on voit répandus à la fois, sur les pentes du cône, dans l'Atrio del Cavallo, et même sur la surface de la Somma, sont complétement identiques avec la lave du Palo. On reconnaît à la seule inspection que ces blocs ont la même origine que cette lave; ce sont des fragments arrachés, soit à l'opercule, soit aux filons qui doivent exister dans la partie supérieure du cône, qui ont été lancés par le dégagement gazeux qui précède chaque éruption.

L'analyse de cette lave a été faite sur 5gr.,677. On a obtenu, par l'attaque avec l'acide muriatique, un résidu pesant 1gr.,569; les 4gr.,108 dissous ont donné :

		en 100es
Silice.	2,182	53,10
Alumine.	0,682	16,58
Protoxide de fer.	0,410	9,96
Chaux.	0,138	3,34
Magnésie. . . .	0,048	1,16
Soude.	0,388	9,46
Potasse.	0,092	2,23
Perte..	0,168	4,17
	4,108	100,00

La partie insoluble est composée de :

Silice.	0,807	51,40
Alumine.	0,160	10,20
Protoxide de fer.	0,105	6,75
Chaux.	0,239	15,22
Magnésie.	0,033	2,10
Soude.	0,101	6,45
Potasse.	0,091	5,80
Perte.	0,033	2,08
	1,569	100,00

Lave de 1834. Les échantillons qu'on a soumis à l'analyse ont été pris immédiatement au-dessous du Piano, dans une partie où la coulée est inclinée d'environ 15°; la lave est d'un gris foncé; elle est caverneuse, scoriacée, et ne présente que quelques petits cristaux de pyroxène vert, et des grains très-rares d'une substance blanche hyaline imparfaitement cristallisés. Ces grains ont été constamment pris pour de l'amphigène; mais ils ne possèdent pas la forme trapézoïdale propre à ce minéral.

On a soumis 5gr.,788 à l'action de l'acide muriatique bouillant, pendant environ 3 heures. Cette opération a donné un résidu insoluble de 1gr.,260 et a divisé par conséquent la lave en deux parties dans la proportion environ de 4 : 1. On a trouvé cette lave composée de la manière suivante :

	Partie soluble.		Partie insoluble.	
Silice.	2,288	50,55	0,683	54,20
Alumine. . . .	0,919	20,30	0,444	11,45
Fer.	0,390	8,60	0,066	5.25
Chaux.	0,236	5,20	0,136	10,75
Magnésie. . . .	0,054	1,21	0,030	2,40
Soude.	0,381	8,42	0,083	6,55
Potasse.	0,114	2,52	0,092	7,29
Perte.	0,146	3,20	0,026	2,11
	4,528	100,00	1,260	100,00

Lave du Granatello et de la Scala. On a ouvert sur le bord de la mer, et au pied du Vésuve, un grand nombre de carrières qui fournissent des pierres de taille employées à Naples et à Portici. Les carrières du Granatello et de la Scala sont les plus importantes; la lave s'y est accumulée horizontalement sur une épaisseur de 9 à 10 mètres. Elle est sur cette épaisseur, séparée en plusieurs assises par des fissures horizontales qui donnent à la masse une apparence de stratification, et l'on serait porté à les considérer comme appartenant à différentes coulées sans leur juxta-position immédiate. La lave complétement cristalline dans le milieu de la couche, est bulleuse et scoriacée dans les parties externes; dans toutes ces carrières la lave est d'une grande identité, et il serait impossible de distinguer les échantillons du Granatello, de ceux de la Scala; ces laves sont formées d'une

pâte d'un gris clair, composée presqu'exclusivement de points brillants et cristallins qui constituent, comme on le dira plus bas, deux minéraux distincts, l'un soluble dans les acides, et contenant une forte proportion de soude, l'autre inattaquable par les acides et renfermant à peu près parties égales de potasse et de soude. On distingue en outre dans cette pâte des grains hyalins jaunes analogues à du péridot et des petits cristaux de pyroxène vert clair très-lamelleux. Les fissures horizontales que j'ai signalées sont tapissées de petits cristaux très-brillants.

Les cavités assez nombreuses que présentent les laves forment également autant de géodes de ces cristaux. Quand on soumet à l'analyse la masse de la lave, ou seulement les parties extérieures, celles tapissées de cristaux, on observe une différence très-remarquable, qui consiste en ce que le minéral soluble dans les acides forme les deux tiers et même les trois quarts de la masse, tandis que dans les parties extérieures et cristallines, c'est le minéral inattaquable qui domine; il s'est donc fait un partage par le refroidissement, et les petits cristaux que j'ai signalés sont complétement insolubles, ce qui nous permet d'étudier le second minéral dont se composent les laves du Vésuve. Par une disposition contraire, la lave bulleuse qui forme les parties externes des coulées, est presqu'entièrement soluble dans les acides et donne presqu'exclusivement le minéral sodifère qui est le second élément des laves du Vésuve.

La lave du Granatello dont je donne la composition provient de la collection de M. Brongniart, qui a eu la complaisance de me permettre d'en prendre des fragments; je l'ai choisie de pré-

férence à des échantillons que j'avais recueillis, parce que les cristaux qui tapissent les cavités sont assez nets pour que j'aie pu en prendre les angles au goniomètre à réflexion.

J'ai fait l'analyse sur 6gr.,405; 3gr.,284 ont été dissous par l'acide muriatique concentré, et il est resté un résidu de 3gr.,021. La forte proportion du résidu tient, ainsi que je l'ai annoncé, à ce que j'ai pris des parties de la lave approchant les fissures.

	Partie soluble.		Partie insoluble.	
Silice.	1,612	49,10	1,552	51,40
Alumine.	0,732	22,28	0,308	10,20
Protoxide de fer.	0,240	7,32	0,204	6,75
Chaux.	0,127	3,88	0,490	16,22
Magnésie.. . . .	0,086	2,92	0,063	2,10
Soude.	0,294	9,04	0,195	6,45
Potasse.	0,101	3,06	0,175	5,80
Perte.	0,092	2,40	0.034	1,08
	3,284	100,00	3,021	100,00

L'analyse de la lave de la Scala a été faite sur un échantillon provenant du milieu de la masse; on a eu soin d'enlever quelques cristaux de pyroxène qui étaient empâtés dans la lave et en détruisaient l'homogénéité : 4gr.,596 ont été soumis à l'action de l'acide muriatique concentré ; ils ont laissé un résidu pesant 0gr.,944, c'est-à-dire seulement un cinquième. On n'a pas analysé ce résidu.

La composition de la partie dissoute est :

		en 100es
Silice.	1,862	50,98
Alumine. . . .	0,805	22,04
Protox. de fer.	0,306	8,39
Chaux.	0,217	5,94
Magnésie. . . .	0,045	1,23
Soude.	0,297	8,12
Potasse.	0,129	3,54
	3,661	100,00
Augmentation. . . .	0,009	0,24

Cendres. Pour compléter le travail sur les produits du Vésuve, M. Brongniart m'a remis des cendres provenant d'une éruption, qui a eu lieu en 1822 : ces cendres ont été recueillies sur une terrasse à Naples, c'est-à-dire à peu près à deux lieues du volcan ; elles sont très-fines et un peu âpres au toucher. Sous le microscope on reconnaît que cette poussière est composée d'éléments cristallins, mais on n'y voit pas de cristaux. Quelques grains présentent seulement des cassures droites très-vives qui ont des angles assez constants et qui par suite paraissent appartenir à des clivages qui se rapporteraient à un prisme à base oblique. Le partage que l'analyse chimique opère dans ces cendres comme dans les laves ne s'observe pas sous le microscope. Elles sont composées presqu'exclusivement de fragments anguleux hyalins, présentant beaucoup de bulles dans l'intérieur, identiques sous ce rapport avec les fragments que j'ai supposés appartenir au Ryacolite dans les cendres de la Guadeloupe. On y remarque cependant quelques fragments blancs laiteux de forme indéterminée et quelques-uns d'un rouge hyacinthe. Ils sont l'un et l'autre très-peu abondants. Les derniers surtout sont rares. Ces

cendres contiennent de 2,50 à 3 pour cent d'eau hygrométrique.

5gr.,452 calcinés ont donné, après l'attaque par l'acide muriatique et la reprise par la potasse caustique, 1gr.,645 de résidu. L'analyse a donc été partagée en deux comme pour les laves; le rapport, entre le minéral soluble et celui qui ne l'est pas, est pour les cendres de 3 à 1; un peu moindre que pour les laves.

La composition de ces deux parties est :

	Partie soluble.		Partie insoluble.	
Silice.	1,970	51,75	0,875	53,20
Alumine. . . .	0,743	19,62	0,208	12,63
Protox. de fer.	0,246	6,46	0,059	3,63
Chaux.	0,176	4,62	0,203	12,36
Magnésie. . . .	0,066	1,75	0,036	2,20
Soude.	0,389	10,25	0,117	7,15
Potasse.	0,103	2,70	0,110	6,72
Perte.	0,114	2,85	0,037	2,11
	3,807	100,00	1,645	100,00

Laves de la Somma. Les différentes nappes qui forment les escarpements de la Somma sont presqu'identiques. Ces laves ne diffèrent entre elles que par la grosseur des cristaux et l'adhérence de la roche : il était donc inutile de répéter un grand nombre d'analyses de ces laves, cependant j'en ai fait trois pour avoir une idée plus exacte de leur composition, et le résultat que je transcris ci-dessous est une moyenne de ces trois opérations. Les laves de la Somma sont formées de cristaux distincts d'amphigène et de pyroxène reliés par une pâte grisâtre qui est elle-même cristalline; lorsqu'on observe cette pâte sous un fort grossissement, on reconnait qu'elle est composée égalcment de petits cristaux d'amphigène

et de cristaux de pyroxène, mais ces derniers sont moins nombreux dans la pâte, qu'ils ne le sont dans la lave.

La composition de l'amphigène étant connue, j'ai séparé tous les cristaux de cette substance, ainsi que ceux du pyroxène, de manière à analyser seulement la pâte qui les relie.

Les laves de la Somma sont presque entièrement insolubles dans les acides, cependant l'action prolongée de l'acide muriatique en dissout 4 à 5 pour cent. Cette partie dissoute pourrait appartenir à des cristaux de Labrador qui seraient disséminés dans la pâte et dont on présume l'existence par le miroitement de quelques lamelles opalines. Deux analyses ont été faites par le plomb, ainsi que je l'ai indiqué au commencement de ce mémoire, une troisième par l'acide fluorique.

La composition moyenne de ces laves résultant de ces analyses est:

Silice.	48,02
Alumine.	17,50
Chaux.	0,24
Magnésie.	9,84
Protoxide de fer.	7,70
Potasse.	12,74
Soude.	2,40
Perte.	1,56
	100,00

Tuf ponceux. Ce tuf constitue le sol de la campagne de Naples, les collines des champs phlégréens, celles d'Ischia, et il s'élève à une hauteur considérable sur les pentes de la Somma. D'après les observations que j'ai faites de concert avec M. Élie de Baumont, il résulte que les villes

d'Herculanum et de Pompeï sont enfouies sous ce même tuf ponceux qui se serait éboulé des contreforts du Vésuve lors de l'éruption de 79.

Désirant éclairer cette question par l'analyse, j'ai prié M. Berthier d'analyser concurremment le tuf du Pausilippe et celui de Pompeï ; il a eu cette complaisance et il a publié ce travail dans les Annales des mines (1).

Les résultats qu'il a obtenus étant d'accord avec les phénomènes géologiques, j'ai cru utile d'analyser le tuf d'Ischia qui appartient, ainsi que je viens de le dire, à la même formation. Je transcris en regard ces trois analyses.

	Tuf du Pausilippe.	Tuf de Pompeï.	Du pied de l'Epoméo (Ischia).
Silice.	44,50	26,50	40,40
Alumine.	12,00	10,00	11,56
Magnésie.	0,70	» »	1,30
Potasse.	5,50	2,10	6,75
Soude.	1,50	2,30	1,88
Protoxide de fer. . .	6,50	10,00	7,50
Fer oxidulé.	»	»	une trace.
Eau.	11,00	8,80	10,20
Partie inattaquable.	16,40	26,50	18,15
Carbonate de chaux.	»	9,00	»
	98,10	95,20	97,74

Ces différents tufs présentent les mêmes caractères, ils sont terreux, tachent même les doigts. A la loupe on reconnaît dans chacun d'eux des parties fibreuses dont l'éclat est soyeux et qui portent tous les caractères de la ponce. Ils sont mélangés de paillettes de mica. Le tuf de Pompeï en contient une proportion beaucoup plus forte,

(1) *Annales des mines*, 3ᵉ série, tom. XI, pag. 464.

ce qui explique en partie l'augmentation du résidu insoluble. Ce dernier est imprégné de matière calcaire. Ils contiennent presque tous une certaine quantité de fer oxidulé ; ce minéral est plus abondant dans le tuf d'Ischia que dans les deux autres.

L'acide muriatique attaque facilement les tufs, avec formation de gelée. L'acide sulfurique concentré les attaque même à froid ; M. Berthier annonce que « lorsque l'on concentre la dissolution » du tuf du Pausilippe à chaud, il s'en sépare par » le refroidissement de l'alun potassé parfaitement pur dans la proportion de 0,50 ; si l'on » ajoutait une suffisante quantité de potasse ou de » sulfate de potasse à l'eau mère, il s'en séparerait encore autant d'alun. »

» D'après cela, ajoute-t-il, tout porte à croire » qu'il y aurait avantage à exploiter ce tuf » comme minerai d'alun, d'autant plus que le » soufre est à vil prix dans la contrée, et que, par » conséquent, on pourrait y fabriquer de l'acide » sulfurique à très-peu de frais. »

Le tuf d'Ischia présente également cette circonstance, et parmi les échantillons que j'ai rapportés, quelques-uns sont même recouverts d'efflorescences salines qui contiennent de l'alun et du sous-sulfate d'alumine et de fer. L'acide sulfurique est peut-être fourni par des pyrites intimement mélangées, peut-être aussi est-il inhérent au tuf, qui contient dans la montée à l'Epoméo, des couches entièrement analogues à la pierre d'alun de la Tolfa.

Pyroxènes de la Somma et du Vésuve.

Les caractères extérieurs de ces deux pyroxènes sont différents, ce qui m'a fait penser qu'il serait

intéressant de compléter la comparaison entre les laves du Vésuve et de la Somma, par l'analyse des pyroxènes qui existent dans ces roches.

Les pyroxènes de la Somma sont d'un vert très-foncé, presque noirs et lamelleux dans le sens de la forme primitive. Ils ressemblent parfaitement à l'augite, ils sont en général bien cristallisés et on peut facilement les détacher de la masse, de sorte que leur analyse est plus exacte; les pyroxènes disséminés dans les laves du Vésuve sont d'un vert clair brillant, très-lamelleux dans le sens des plans diagonaux et se rapprochent par leurs caractères de la variété désignée sous le nom de sahlite. Ces cristaux sont en général *tellement* adhérents à la roche qu'il est difficile de les en séparer. Dans la lave de l'Annunciata, cette adhérence est moins forte, surtout pour les parties externes de cette coulée, et j'ai pu en détacher une quantité suffisante, pour en faire une analyse approximative; ces pyroxènes existent en général avec quelque abondance dans les laves cristallisées, soit celles exploitées dans les carrières situées au pied du Vésuve, soit dans la lave du Palo; les scories et les laves qui recouvrent les pentes du Vésuve n'en contiennent que fort peu.

L'analyse du pyroxène de la Somma a été faite sur 4$^{gr.}$,264. Celle du pyroxène de l'Annunciata seulement sur 1$^{gr.}$,753.

Leur composition est:

	Pyroxène de la Somma.	Du Vésuve (1).
Silice	50,27	51,44
Chaux	12,20	21,47
Fer	20,66	6,21
Magnésie	10,45	12,21
Alumine	3,67	4,87
Perte	2,75	3,80
	100,00	100,00

La composition de ces pyroxènes correspond à leurs caractères extérieurs; celui de la Somma présente des proportions analogues aux proportions ordinaires de l'augite, tandis que le pyroxène du Vésuve, par la forte proportion de chaux qu'il contient et sa pauvreté en fer, rentre dans les variétés désignées sous le nom de sahlite et de diopside; du reste les pyroxènes de la Somma et du Vésuve contiennent l'un et l'autre de l'alumine, substance que l'on trouve trop habituellement dans les pyroxènes volcaniques pour qu'elle ne doive pas y jouer un rôle.

Si on compare les analyses qui font le sujet de

(1) Depuis la rédaction de ce mémoire, j'ai trouvé dans les extraits d'analyses de substances minérales, insérés chaque année dans les Annales des mines, une analyse de pyroxène du Vésuve, par M. Kudernatsch, qui se rapproche beaucoup de celle qui précède. Je crois utile de la copier pour compléter la comparaison que j'établis.

Silice	0,5090
Alumine	0,0537
Chaux	0,2296
Fer	0,0625
Magnésie	0,1443
	0,9991

(*Ann. des Mines*, 3e série, t. XI, p. 473.)

ce mémoire, on remarque bientôt qu'il existe des différences essentielles entre les laves de la Somma et celles du Vésuve, différences telles qu'il est impossible de supposer que les laves du Vésuve qui sont plus modernes ont été produites aux dépens de celles de la Somma qui préexistaient; il en résulte que les foyers qui les ont élaborées ne sauraient avoir été identiquement les mêmes.

En effet, les laves de la Somma sont presque inattaquables par les acides, tandis que celles du Vésuve sont solubles en grande partie dans ces réactifs, environ dans la proportion de 4 : 1.

Les premières contiennent une très-forte proportion de potasse, tandis que dans la seconde, la soude domine fortement.

La différence de composition se reproduit même dans les minéraux communs aux deux roches; l'on a vu que le pyroxène de la Somma est un augite, c'est-à-dire un pyroxène à base de fer, tandis que celui du Vésuve rentre dans les variétés calcaires, telles que la sahlite.

Le partage que l'action des acides produit dans les laves du Vésuve permet de reconnaître qu'elles se composent, outre des cristaux de pyroxène, de deux minéraux essentiellement différents: l'un soluble dans les acides, contient de 9 à 10 pour cent de soude et 2,5 à 3 pour cent de potasse. Le second inattaquable par les acides renferme ces alcalis en proportions à peu près égales, de 6 à 7 pour cent de chaque. Les autres éléments qui entrent dans ces deux minéraux, quoique les mêmes, sont également dans des proportions trop éloignées pour que l'on n'en tire pas la même conclusion. Ainsi le premier contient 20 pour cent

d'alumine et 5 de chaux, tandis que dans le second ces deux substances entrent dans les proportions de 11 à 12. Enfin le second est un peu plus saturé de silice que le premier, il en contient 54 au lieu de 50 ; dans l'un et l'autre la proportion de cette substance est beaucoup plus faible que dans le feldspath ou dans l'albite, qui en contiennent 64 pour cent pour le feldspath, et 67 pour l'albite. Cette faible proportion de silice explique l'absence du quartz dans les laves du Vésuve et de l'Etna et on peut dire, en général, dans les roches volcaniques ; elle confirme ce que j'ai annoncé dans mon mémoire sur les cendres de la Guadeloupe, que si le feldspath ou l'albite existent quelque part dans les produits volcaniques, ces substances n'y jouent qu'un bien faible rôle.

Les proportions des éléments dont se composent les deux minéraux qui constituent les laves du Vésuve sont assez constantes pour qu'on puisse affirmer leur existence ; mais ces proportions ne sont pas assez identiques pour rechercher les formules qui représentent leur composition et par conséquent on ne peut désigner ces substances par un nom particulier. Il se pourrait même que chacune des parties dans lesquelles l'acide muriatique partage les laves, contînt plusieurs minéraux, ainsi je crois qu'il existe quelques lamelles de labrador qui se confondent avec le minéral dominant sodifère ; quant au minéral insoluble dans les acides et dont j'ai signalé de petits cristaux dans les fentes qui divisent les laves de la Scala et du Granatello en assises distinctes, il est probable qu'en examinant ces laves sur les lieux mêmes, on parviendra à en obtenir des cristaux assez gros pour en faire l'analyse séparément. Les laves



du Vésuve ne contiennent pas d'eau; M. Lowe (1) a également annoncé qu'il n'en existait pas dans les laves de l'Etna, tandis que les basaltes en renferment toujours de 3 à 4 pour cent. Cette différence remarquable est peut-être en rapport avec le mode de fluidité de ces roches. Car les laves se solidifient seulement, au moment où les fumaroles s'éteignent, c'est-à-dire lorsque les dernières parties d'eau tenues en dissolution dans les laves viennent à s'échapper.

L'étendue des nappes basaltiques nous apprend que cette roche a été très-fluide; l'eau qu'ils contenaient ne s'est peut-être pas dégagée à l'état de fumaroles comme pour les laves; on pourrait, jusqu'à un certain point, le conclure de la *présence* des nombreuses zéolithes que l'on trouve répandues dans cette roche, et de l'absence de scories dans beaucoup de terrains volcaniques, notamment dans ceux de l'Allemagne.

La prédominance que j'ai signalée plus haut, de la soude sur la potasse, comme caractéristique des laves du Vésuve n'est pas un fait nouveau; seulement il est passé inaperçu. M. Berthier a publié, en 1817 (2), une analyse d'une pouzzolane

(1) *Annales de Poggendorf*, t. XXXVIII.

(2)

Silice.	0,445
Alumine.	0,150
Chaux.	0,088
Magnésie.	0,047
Potasse.	0,014
Soude.	0,041
Oxide de fer et de titane.	0,120
Eau.	0,092
	0,997

(*Annales des mines*, 2e série, t. Ier, p. 334.)

de Naples, de laquelle il résulte que dans cette roche la soude est à la potasse dans le rapport de 41 : 14. Il est également remarquable que cette pouzzolane soit soluble dans les acides, et que le rapport de la silice à l'alumine 44 : 15 est très-rapproché de celui que j'indique comme caractéristique du minéral soluble, c'est-à-dire de 50 à 20.

Quant aux laves de la Somma, elles sont composées en grande partie d'amphigène minéral éminemment potassé. Il est par suite naturel que les laves soient caractérisées par la présence de cet alcali.

Les analyses que j'ai rapportées du tuf ponceux montrent que ces tufs sont peu différents les uns des autres, et qu'on doit les regarder comme ayant une origine commune; cependant ceux de Pompeï contiennent, relativement à la soude, un peu plus de potasse que les tufs du Pausilippe et d'Ischia. Cette circonstance est du reste naturelle, car l'éruption qui a enseveli Herculanum et Pompeï a entraîné des roches de la Somma qui sont essentiellement potassées. Un fait intéressant que présente en outre ce dernier tuf, c'est de contenir jusqu'à 9 pour cent de carbonate de chaux, substance entièrement inconnue dans les volcans et qui est au contraire constamment produite par les infiltrations. La présence du carbonate de chaux confirme l'opinion, que si l'enfouissement d'Herculanum et de Pompeï a été produit par une alluvion du tuf formant les contreforts de la Somma, les eaux ont joué un grand rôle dans le remplissage des édifices de ces deux villes, opération qui doit avoir été lente et successive. L'abondance de l'acide carbonique qui s'échappe constamment des fissures dont le sol volcanique

est criblé a peut être donné aux eaux superficielles la propriété de dissoudre la chaux et de la déposer sous forme de carbonate dans le tuf de Pompeï et d'Herculanum.

Les analyses des tufs ponceux nous apprennent, en outre, qu'il existe entre ces tufs et les laves de la Somma et du Vésuve une différence de composition aussi essentielle qu'entre ces roches elles-mêmes.

L'examen chimique des produits volcaniques des environs de Naples, confirme donc les résultats des observations géologiques et nous montre que la Somma, le tuf ponceux et le Vésuve appartiennent à trois ordres différents de phénomènes volcaniques.

NOTICE

Sur les mines de bitume de Bastennes et de Gaujacq (Landes);

Par M. LEFEBVRE, Ingénieur en chef des mines.

Le bitume n'a été rencontré jusqu'à présent dans le département des Landes que sur deux points, l'un, où il est exploité, situé dans la commune de Bastennes, à 700 mètres ou environ au N.-N. E. du bourg de ce nom; et l'autre, où il n'a été fait que quelques travaux de recherche, situé dans la commune de Gaujacq, sur le versant E. du monticule sur lequel est bâti le château de ce nom. Dans l'une et l'autre localité, le bitume a rempli, en tout ou en partie, les dépressions irrégulières qui se sont présentées sur le penchant de deux de ces nombreux monticules d'ophite qui se montrent çà et là au milieu d'un terrain à couches de calcaire crétacé fortement inclinées, renfermant des marnes gypseuses rougeâtres et grisâtres, avec sources salées et nids irréguliers de fer oxidulé micacé argileux. A Gaujacq et du monticule dont il vient d'être question, on voit couler du bitume pur qui surnage des filets d'eau qui sortent par trois ouvertures de $0^m,05$ à $0^m,10$ de diamètre. Dans cet état le bitume est d'un noir parfait, passant au noir brun d'autant plus clair que le morceau de bitume est plus mince.

Dans les travaux d'exploitation de la mine de Bastennes et dans ceux de recherche faits à Gau-

jacq, le bitume ne se trouve pas pur. On le rencontre mélangé avec une grès-grande quantité de sable blanc quartzeux et micacé, dont la proportion n'est pas constante. Aussi sa pesanteur spécifique, qui est ordinairement de 1,82, sa couleur qui est communément d'un noir grisâtre, et sa teneur en bitume qui est, d'après l'analyse faite par M. Meyrac, de 20 p. 0/0 ou environ, sont-elles variables d'un échantillon à l'autre. Le sable n'est pas la seule substance qui soit mélangée avec le bitume. On y rencontre encore quelques dents de squales assez bien conservées, et quelquefois une prodigieuse quantité de débris de coquilles qui paraissent avoir appartenu à des huîtres, à des plagiostomes, à des pecten, etc. Ces débris sont très-blancs, sans solidité et comme s'ils avaient subi l'action du feu. C'est sur les points où se trouve la plus grande quantité de ces restes d'animaux qu'on rencontre ordinairement le minerai bitumineux le plus gras, c'est-à-dire le plus facile à traiter, mais non toujours le plus riche. Au reste, sur un même point, on observe qu'on extrait 0,67 de minerai gras et 0,33 de minerai maigre, qui occupe presque toujours la partie supérieure du gite.

Immédiatement au-dessus de celui-ci, dont la puissance varie entre $0^m,60$ et $4^m,50$ et a été, terme moyen, jusqu'à ce jour de $1^m,67$ ou environ, on rencontre une couche de sable, de $0^m,30$ d'épaisseur, légèrement imprégnée de bitume, appelée le *capet* (tête). Ce capet est lui-même immédiatement recouvert par un dépôt arénacé ou sable quartzeux micacé à grains fins, plus ou moins argileux et mélangé parfois de petites veines de gravier. Ce dépôt, qui s'étend sur presque toute

la surface du sol montueux de cette contrée a, à la bituminière de Bastennes, une puissance qui varie de 2 à 15 mètres, et qui, dans la partie actuellement exploitée, a été, terme moyen, de 5 mètres environ.

L'exploitation a lieu à ciel ouvert et en ménageant des banquettes de 1 mètre de hauteur, sur 1 mètre au moins de largeur. Les seuls outils qu'elle nécessite sont des pics, des pelles et des brouettes. Pendant la durée des grandes pluies et de la gelée qui rend le minerai difficile à attaquer avec le pic, on suspend les travaux d'exploitation; en sorte que ceux-ci n'ont lieu que pendant neuf à dix mois de l'année.

Ce n'est guère que depuis quatre à cinq ans, et surtout dans les deux dernières années que ces travaux ont pris une certaine importance, et c'est seulement au commencement de l'année 1820 que M. Charles Lasserre, médecin, et M. Darracq, pharmacien à Dax, s'occupèrent de reprendre l'exploitation de la bituminière de Bastennes, qui avait été négligée à tel point que, depuis les troubles de notre première révolution, on n'extrayait guère chaque année que deux à trois barriques de minerai, du poids chacune de 4 quintaux métriques ou environ, qui étaient dirigées sur Bordeaux. Mais avant ces troubles, cette bituminière était exploitée, et ses produits alimentaient une fabrique d'huile de pétrole construite sur les lieux mêmes, et dont on voit encore les ruines. C'est vers la fin de 1829, et après plusieurs essais infructueux tentés par MM. Lasserre, Darracq et Meyrac, que l'un d'eux, ou peut-être tous les trois en même temps trouvèrent le procédé connu depuis longtemps

(le départ dans l'eau à l'aide de la chaleur) pour séparer le bitume des corps étrangers avec lesquels il est mélangé, et ce n'est qu'alors seulement qu'ils purent se livrer à la préparation des mastics pour la couverture des terrasses, des pâtes pour couvrir des aires et remplacer les dalles en pierres, du brai gras végéto-minéral pour la marine, etc.

En 1836, il a été extrait dans les deux exploitations contiguës de MM. Thore et Meyrac, et de M. Lasserre, environ 31.080 quintaux métriques de minerai, dont le prix de revient est déterminé par les considérations suivantes :

1° La puissance du dépôt arénacé au-dessus du bitume est de 5 mètres; celle du gîte de bitume est de $1^{m},67$, et la pesanteur spécifique du bitume brut est de 1,82.

2° Le mètre cube de sable fouillé et transporté à la distance moyenne de deux relais nécessite, savoir :

Pour fouille, chargement de brouettes, temps perdu, 0,075 journée à $1^{f.},10$, l'une.	$0^{f.},083$
Transport à deux relais, 0,150 journée à $1^{f.},10$, l'une.	0 ,165
Faux frais pour outils, surveillance, etc., $\frac{1}{30}$.	0 ,008
Total.	0 ,256

Soit pour la quantité ($0^{m.c.},164$) de sable fouillé et transporté à deux relais, correspondant à 1 q. m. de minerai, 0,037 journée, qui, avec les faux frais, monte à. . . . . $0^{f.},042$.

3° L'extracteur de minerai, payé $1^{f.},25$ par jour, tire 42 $q^{x.}$ m. de minerai, qui suffisent pour les besoins journaliers d'une chaudière d'épuration, soit pour l'extraction proprement dite d'un quintal métrique de minerai 0,024 journée, ou $0^{f.},030$.

4° Le transport du minerai jusqu'à l'atelier d'épuration est payé à raison de 0f.,17 par opération que l'on fait dans les chaudières d'épuration. Or, comme pour épurer les 42 qx. m. de minerai qui entrent chaque jour (12 heures) dans une chaudière, il faut faire 5 à 6 ou, terme moyen, 5,50 opérations, et qu'à la distance de 100 mètres, ou environ, où sont placés les ateliers de MM. Thore et Meyrac, deux rouleurs suffisent pour entretenir trois chaudières; c'est par quintal métrique 0,016 journée à 1f.,40. . . . . 0f,023

5° Le prix de ferme, payé pour 16.800 qx. m., extraits par MM. Thore et Meyrac en 1836, ayant été de 1.500 fr., c'est par quintal métrique de minerai 0f.,089

Il résulte de ces considérations, qu'en 1836, le quintal métrique de minerai, rendu aux ateliers, est revenu à. 0f.,184

Pendant cette même année, les deux ateliers de Bastennes, destinés 1° à épurer le bitume brut, c'est-à-dire à enlever, dans une première opération, la plus grande quantité possible du sable qui est mélangé au minerai; 2° à raffiner le bitume épuré, c'est-à-dire à enlever à celui-ci l'eau et la presque totalité du sable qu'il retient après être sorti de la chaudière d'épuration, consistaient : celui appartenant à MM. Thore et Meyrac en huit, et celui appartenant à MM. Lasserre en quatre fourneaux avec chacun une chaudière en fonte. Ces fourneaux ou masses rondes en briques étaient à couvert sous deux hangards fermés et couverts par de mauvaises planches de bois de pin.

Chaque fourneau, sans sa petite cheminée, avait nécessité, à peu près, les dépenses suivantes :

1.200 briques ou 3 chars à 7 fr. l'un, y compris 1 fr. pour le transport par char.	21f.,00
3 journées de maçon à 1f.,75, et 3 journées de manœuvre à 1f.,10.	7 ,25
Total.	28f.,25

Les chaudières avaient pour dimensions :

Diamètre 1m,66; profondeur 0m,76; épaisseur des bords 0m,017.

Leur poids était de 5 à 6 ou terme moyen 5q.m.,50. Elles revenaient, rendues aux ateliers, à 40 fr. le q. m.

Pour opérer le départ du sable, on commence par mettre de l'eau dans les chaudières et on fait du feu au-dessous, qu'on entretient avec du minerai ou du bois. Lorsque l'eau est bouillante, on y jette peu à peu et par petits morceaux du minerai qui vient d'être extrait et qui, par conséquent, n'a pas encore perdu, par son exposition à l'air, son huile de pétrole si nécessaire et même indispensable pour parvenir à l'épurer. Dès qu'il commence à éprouver l'action du feu, ce qui ne tarde pas à arriver, il se ramollit. Alors deux ouvriers armés de fortes barres en bois le brassent constamment pour faciliter la séparation du sable et pour empêcher que la couche de bitume qui vient se former à la surface de l'eau ne s'enflamme. De temps à autre, ces deux ouvriers changent leurs barres de bois contre des pelles, dont ils se servent pour râcler le fond de la chaudière, et empêcher le dépôt de sable bitumineux qui se précipite d'y adhérer, et d'occasionner, en se brûlant, une telle élévation de température, que le courant d'air froid qui s'établit quelquefois sous la chaudière la fasse éclater, ce qui arrive malheureusement très-souvent.

Le bitume qui monte à la surface a beaucoup de viscosité, aussi renferme-t-il beaucoup d'eau et une assez grande quantité de sable. Néanmoins on l'enlève à mesure qu'il surnage, et on le verse sous le nom de *bitume épuré*, dans la chaudière voisine où il doit être raffiné. Quand il ne s'en présente plus à la surface de l'eau, la première opération est terminée, et il ne reste plus qu'à enlever le dépôt de sable qui s'est précipité au fond de la chaudière.

Ce dépôt, qui est noirâtre à cause d'une petite quantité de bitume resté adhérent à la surface des grains de sable, est porté hors de l'atelier et n'est l'objet d'aucun traitement ultérieur. La chaudière étant nettoyée, on recommence une nouvelle opération semblable en tout à la précédente, et ainsi de suite jusqu'à la fin de la journée.

La quantité de bitume épuré qu'on retire du minerai gras est environ de 18,75 p. o/o et celle qu'on retire du minerai maigre de 12,50 p. o/o, seulement. Ainsi, dans la proportion de 0,67 de minerai gras et de 0,33 de minerai maigre, que fournit communément la mine, le minerai rend, terme moyen, 16,67 p. o/o; et des 42 q^{x}. m. qu'on traite journellement en cinq à six opérations dans une chaudière, on retire 7 q^{x}. m. de bitume épuré, produit qui n'est ni d'un très-beau noir, ni très-coulant. Pour le raffiner, on le fait chauffer dans une chaudière, à une température beaucoup plus élevée que celle nécessaire pour épurer le minerai. Par ce moyen l'eau s'évapore, le bitume perd de sa viscosité, et la presque totalité du sable, qu'il retenait encore, se précipite au fond de la chaudière. Quand il est susceptible de couler sans in-

termittence et non comme du mortier clair, quand il est d'une belle couleur noire uniforme, enfin, quand il n'offre plus de bulles, l'opération est terminée. Alors on le puise avec une poche en fer, et on le verse dans une conduite d'où il se rend dans un réservoir où on le puise pour le mettre en barrique et l'expédier ainsi aux magasins et ateliers de Dax.

Pour raffiner convenablement 7 quintaux métriques ou deux barriques de bitume épuré, dont on retire 3 m.,50 ou une barrique de bitume raffiné, et pour mettre le dernier en barrique, il faut un jour (12 heures), ou à peu près.

Frais journaliers à chaque chaudière d'épuration.

42 q. m. de minerai à 0f.,184 le quintal métr. .	7f.,73
0.50 stère de bon bois de chêne, à 6 fr. le stère rendu sur place.	3 ,00
1 journée de chauffeur à 1f.,25, et 2 journées de brasseur à 1 fr. l'une.	3 ,25
Valeur de la chaudière (elle ne dure que deux mois, ou à peu près).	4 ,40
Reconstruction de la moitié du fourneau, chaque fois qu'on remet une chaudière.	0 ,07
Prix de revient de 7 q. m., ou de 2 barriques de bitume épuré.	18f.,45

Soit le quintal métrique. 2f.,62

Frais journaliers à chaque chaudière de raffinage.

7 q. m. de bitume épuré.	18f.,45
0,50 stère de bon bois de chêne.	3 ,00
1 journée de chauffeur à 1f.,25, et 1 journée de manœuvre occupé à couper le bois, à le rapprocher, etc., à 1 fr.	2 ,25
A reporter. . .	23 ,70

Report. . .	23	,70
Valeur de la chaudière.	4	,40
Reconstruction du fourneau.	0	,07
Fût de barrique.	4	,50
Transport à Dax.	3	,50
Total.	36f.	,17

Soit le quintal métrique de bitume raffiné, rendu à Dax. 10f.,31

On le vend dans cette ville. 20 ,00 ou environ.

C'est donc un bénéfice qui s'élève par quintal métrique à. 9f.,69 , dont il faut déduire les frais de voyage d'un commis et de location de magasin à Dax.

Le bitume raffiné est trop mou pour être employé à la couverture des terrasses. Pour lui faire prendre une consistance convenable, on le mélange avec trois parties de craie du commerce pour une de bitume. Ce mélange se fait à chaud dans des chaudières en fonte, dans lesquelles, après avoir mis du bitume raffiné, on projette successivement de la craie très-divisée ou réduite en poudre impalpable. L'absorption est d'autant plus facile et la quantité absorbée est d'autant plus grande que la poudre est plus fine. Aussi certains calcaires très-tendres et non susceptibles d'être réduits en une poudre d'une finesse extrême, ne sont employés que lorsqu'on manque de la craie qu'on tire ordinairement de Rouen. Lorsque le mélange est bien fait, on obtient du mastic que l'on met en pains et qu'on expédie pour servir dans les constructions. Avec du bitume *sur-raffiné* ou privé entièrement

d'eau et de sable, et un peu d'essence de térébenthine, on obtient un vernis noir qui sèche promptement, qui n'est pas gluant et qui a un très-bel éclat.

NOTICE

Sur la fabrication du charbon roux ;

Par M. GRUNER, Ingénieur des mines.

Depuis quelque temps les maîtres de forges s'occupent à substituer, dans les hauts-fourneaux à fer, au charbon de bois ordinaire, du bois imparfaitement carbonisé (*charbon roux*), ou même du bois simplement desséché.

Le charbon roux a été préparé jusqu'à présent dans des vases clos en fonte, chauffés extérieurement par la flamme perdue du gueulard. Cette méthode présente des avantages réels dans le cas où le transport des bois à l'usine peut s'opérer d'une manière facile et peu coûteuse. Mais bien souvent ce transport ne peut se faire qu'avec des frais considérables, et alors tout le bénéfice attaché à l'emploi du charbon roux est absorbé, et au delà, par l'accroissement des frais de transport.

On est ainsi naturellement amené à chercher s'il ne serait pas possible de fabriquer ce charbon roux dans l'intérieur des forêts. M. Sauvage a montré (*Annales des mines*, t. XI, p. 564) tout l'avantage qui résulterait d'une carbonisation in-

complète, exécutée dans les meules mêmes, mais il n'indique point par quels changements, dans la construction de la meule ou dans la conduite du feu, il serait possible d'obtenir le charbon roux. M. Guenyveau dit : « Qu'il resterait à trouver le » moyen de préparer le charbon roux dans les fo- » rêts mêmes, dans des appareils peu dispendieux » et faciles à déplacer. » (*Annales des mines*, t. XII, p. 325.) Et il ajoute : « Que des essais » de ce genre ont été tentés à Hayange, mais sans » qu'on ait obtenu des résultats satisfaisants. » L'invention d'appareils de carbonisation, faciles à déplacer, serait déjà d'une grande utilité pour l'industrie du fer en France; cependant il est probable que les frais d'établissement et de déplacement, quelque faibles qu'on les suppose, seraient encore trop considérables, dans une foule de cas, pour qu'il résultât des avantages notables de ce mode de carbonisation.

On doit donc chercher à préparer le charbon roux, par un procédé qui, sous le rapport de la simplicité ne le cède point aux meules ordinaires; ce procédé, je crois le voir, dans la méthode de *carbonisation en tas rectangulaire*, employée en Autriche. Je vais entrer dans quelques détails, afin que les personnes, qui sont placées dans des circonstances favorables, puissent s'occuper des essais que l'importance du sujet réclame.

Il me paraît d'abord démontré qu'il serait inutile de tenter la fabrication du charbon roux par la méthode des meules rondes employées en France. On sait que dans ces meules la carbonisation s'achève d'abord à la partie supérieure du

tas, dans le cas même où le feu est mis à la base de la cheminée centrale, et qu'au moyen de trous percés dans la couverte, et refermés à une époque déterminée, on attire ensuite le feu à la partie inférieure pour y opérer également la carbonisation. Or, pendant toute cette dernière période, les charbons de la calotte supérieure sont nécessairement soumis à une très-haute température, et doivent perdre celles des parties volatiles qu'ils n'avaient pas abandonnées pendant leur propre carbonisation. Il est prouvé d'ailleurs par l'expérience que ce sont les charbons de l'étage moyen et de la calotte supérieure qui sont les plus fortement cuits, tandis que ceux de la base se rapprochent ordinairement des fumerons et renferment dans tous les cas encore des matières volatiles. Pour obtenir du charbon roux *dans toutes les parties* d'une meule, il faudrait pouvoir soustraire le combustible à l'action du feu, dès qu'il a atteint le degré de cuisson désiré. Or cela ne me paraît guère possible dans les meules rondes d'une certaine hauteur, quels que soient d'ailleurs les changements que l'on introduise dans la conduite du feu, car on ne pourra jamais empêcher que les charbons de la partie supérieure ne soient exposés, plus ou moins longtemps, à la haute température qui résulte de la carbonisation des bois inférieurs. Par contre dans les tas rectangulaires, employés en Autriche, la combustion se propage par degrés de l'une des extrémités du tas à l'autre, et dans chaque partie du tas le bois une fois carbonisé n'est plus soumis à la chaleur que développe la carbonisation de la partie voisine; aussi les charbons obtenus dans ces tas retiennent-ils

plus de matières volatiles que ceux des meules rondes. Ce mode de carbonisation me paraît par cette raison très-propre à la fabrication du charbon roux.

Je ne rappellerai que très-succinctement les principales dispositions de cette méthode; on pourra voir, pour de plus amples détails, un mémoire de M. Harlé (*Annales des mines*, 3e série, t. VII, p. 4); ou bien la Métallurgie du fer, par Karsten (2e édition, t. I, p. 392); ou enfin la Métallurgie du fer, par Walter et Blanc.

Le tas s'élève en général sur une aire légèrement inclinée; sa largeur varie entre deux et trois mètres et sa longueur est au maximum de 12 à 13 mètres. Des pieux sont enfoncés verticalement en terre, tout à l'entour de l'aire, à 0m,50 environ de distance des rondins de bois. Des planches adossées contre ces pieux sont destinées à maintenir la couverte de fraisil qui enveloppe latéralement les faces verticales du tas. L'élévation du tas va croissant depuis la partie antérieure, où elle n'est que de 0m,60, jusqu'à l'extrémité postérieure où elle est de 5 mèt., quand le tas a sa longueur maximum de 12 à 13 mèt. La face supérieure du tas est ainsi un plan, dont l'inclinaison avec l'horizon est de 15 à 20°; elle est également couverte de fraisil, ou bien de gazon ou de terre. Ordinairement les rondins de bois sont placés transversalement à la longueur du tas; il est des localités cependant où je les vis disposés dans le sens même de la longueur. Le feu est mis à la partie antérieure du tas, et pour

propager régulièrement la combustion, on perce des trous dans les deux couvertes latérales, en s'avançant progressivement vers l'extrémité postérieure. Pour opérer une carbonisation complète, on maintient chaque trou ouvert jusqu'à ce que la fumée noire et épaisse ait fait place à une fumée légère d'une teinte bleuâtre. Lorsque la combustion s'est propagée jusque vers le milieu du tas, on peut déjà enlever les charbons de la partie antérieure, et quand la carbonisation est achevée à l'extrémité supérieure on a déjà retiré les charbons de toute la première moitié du tas.

Maintenant, pour se procurer par cette méthode du charbon roux, il suffira, je pense, de reformer les trous de triage avant l'apparition de la fumée bleue et légère et d'attirer promptement le feu dans la partie postérieure du tas, en perçant les derniers trous à des intervalles de temps plus courts. Il faudrait aussi hâter l'extinction du charbon, en faisant pénétrer du fraisil dans l'intérieur du tas dans les parties où l'on vient de fermer les trous de tirage.

On devrait essayer également si une couverte plus compacte et plus épaisse, ne favoriserait pas cette carbonisation incomplète. Enfin on pourrait tenter le moyen proposé par M. Bull, pour augmenter les produits de la carbonisation ordinaire, je veux parler du fraisil intercalé entre les rondins, au moment de leur placement, pour opérer un dressage plus parfait.

En résumé, il me semble que la méthode de carbonisation en tas rectangulaire doit être émi-

nemment propre à la fabrication du charbon roux; et il serait utile que des expériences fussent faites sur une grande échelle, en modifiant plus ou moins les idées générales que je viens d'émettre.

ANALYSES

De substances minérales.

(Travaux de 1837.)

1. *Note sur une structure non encore observée du* DIAMANT; par M. Brewster. (Bibl. de Genève, t. 12, p. 216.)

Depuis qu'on a eu l'idée de se servir du diamant dans la construction des microscopes simples, l'attention des opticiens a dû naturellement se porter sur les défauts qu'on remarque fréquemment dans la structure de ce minéral. M. Pritchard, qui a le premier réussi à construire des lentilles en diamant, remit, il y a quelque temps, à l'auteur, une lentille plano-convexe du diamètre de $\frac{1}{10}$ de pouce, dont il n'avait pu se servir dans la construction d'un microscope, parce qu'elle donnait des images doubles. M. Brewster, qui avait déjà remarqué que presque tous les diamants présentaient une structure à double réfraction imparfaite, comme si leurs particules eussent été agrégées les unes aux autres par l'action de forces irrégulières, ou, pour ainsi dire, comprimées et pétries comme aurait pu l'être de la gomme ou de la gelée durcie, n'a pas hésité à attribuer à cette cause la production d'images doubles dans le cas de l'échantillon en question. Mais s'étant rappelé plus tard que des lentilles en saphir et en rubis, dont il se servait depuis longtemps pour ses observations microscopiques, n'avaient jamais produit

d'image double, quoique, par suite de la direction des rayons, la double réfraction eût dû être toujours plus forte que dans le cas du diamant, l'auteur a été conduit à rechercher si la duplication de l'image que présente quelquefois cette dernière substance, ne devait pas être attribuée à quelque autre cause. Il a examiné dans ce but la lumière transmise à travers le diamant, en le combinant avec une lentille concave de la même distance focale, de manière à rendre parallèles les rayons transmis. Cette expérience n'ayant rien indiqué dans la structure du diamant qui pût expliquer la séparation des images, l'auteur eut l'idée d'examiner de plus près la surface plane de sa lentille. Dans ce but, il fit tomber sur cette surface, placée dans une chambre obscure, un faisceau étroit de rayons de lumière, et se servit, pour l'observer de plus près, d'une lentille d'un demi-pouce de diamètre. En faisant tourner la surface plane de la lentille, il s'aperçut aussitôt qu'elle paraissait couverte d'une multitude de lignes parallèles ou de veines, dont les unes réfléchissaient mieux la lumière que les autres, de manière à donner à la surface l'aspect d'un ruban rayé. La surface du diamant renfermait dans l'espace de moins de $\frac{1}{10}$ de pouce, plusieurs centaines de ces veines ou couches, possédant des pouvoirs de réflexion et de réfraction différents les uns des autres; comme si, à l'époque de la cristallisation du minéral, les diverses couches dont il est composé, eussent été soumises à des pressions différentes, ou déposées sous l'influence de forces attractives d'une intensité variable. Si, comme le remarque l'auteur, les plans de ces diverses couches s'étaient trouvés perpendiculaires à l'axe de la lentille, l'i-

négalité de leur pouvoir réfringent n'aurait pu produire d'effet sensible sur l'image. Mais s'ils se trouvent parallèles à l'axe de la lentille, comme cela a lieu dans le cas actuel, chaque couche doit avoir un foyer distinct, et par conséquent donner naissance à une suite d'images empiétant partiellement l'une sur l'autre.

---

2. *Analyse de l'*HATCHÉTINE; par M. Johnston. (Phil. mag., n° 75.)

Ce minéral se trouve associé au minerai de fer dans les mines de houille du Glamorganshire et dans quelques autres mines de houille du centre de l'Angleterre, mais il est rare.

Il est en lames minces, transparentes, jaunâtres, nacrées, ayant la mollesse de la cire. Il n'a pas d'odeur à froid, mais quand on le chauffe il exhale l'odeur de la graisse; sa pesanteur spécifique est de 0,906. Il fond à 115° F. En le chauffant avec précaution, on peut le distiller sans le décomposer. Au contact de l'air, il s'altère peu à peu et devient opaque et noir à la surface.

L'alcool et l'éther le dissolvent, mais beaucoup mieux à chaud qu'à froid, et les liqueurs saturées à chaud le laissent déposer en grande partie par le refroidissement, sous forme de lames cristallines nacrées. L'acide sulfurique bouillant l'attaque et le décompose, mais l'acide nitrique ne paraît pas l'altérer.

L'hatchétine renferme comme le gaz oléfiant 1 atome de carbone pour 1 atome d'hydrogène, car elle donne à l'analyse :

Carbone.	0,859
Hydrogène. . , . .	0,146

Elle diffère de la paraffine par sa tendance à cristalliser, par la propriété qu'elle a de noircir à l'air, et par la manière dont elle se comporte avec l'acide sulfurique.

---

3. *Analyse de la* MIDDLESTONITE, par M. Johnston. (Phil. mag., n° 74.)

La middlestonite est une substance de nature organique que l'on trouve aux mines de houille de Middleston, près Leeds, dans la couche dite *Main-cool*. Elle est quelquefois en petites masses arrondies de la grosseur d'un pois, mais le plus souvent elle se présente en feuilles très-minces disséminées irrégulièrement dans les couches de houille.

Elle est dure, fragile, translucide, rougeâtre par réflexion et d'un brun clair par réfraction. Sa pesanteur spécifique est de 1,6. Elle a l'éclat résineux et elle n'a ni odeur, ni saveur. Elle noircit par une longue exposition à l'air. Elle supporte la chaleur de 400° F. sans s'altérer; au rouge, elle brûle comme de la résine et laisse un coke très-boursouflé.

Elle se dissout en petite quantité dans l'alcool, l'éther et l'essence de térébenthine, qu'elle colore en jaune isabelle. L'acide nitrique la dissout avec dégagement de gaz nitreux; la liqueur est brune et laisse déposer une matière de même couleur. L'acide sulfurique concentré la dissout également, même à froid, avec dégagement de gaz acide sulfureux. Elle est composée de :

Carbone. . . .	0,8643
Hydrogène. . .	0,0801
Oxygène	0,0556

---

4. *Analyse de quelques* MINERAIS DE BITUME, par M. P. Berthier.

Depuis quelque temps on fait un très-grand usage des bitumes naturels pour les dallages et pour les enduits. Actuellement ceux que l'on emploie le plus proviennent de Seyssel, dans le département de l'Ain, et de Bastennes, dans le département des Landes. Il y avait donc quelque intérêt à examiner chimiquement les minerais que l'on exploite dans ces deux localités; je ferai connaître en même temps celui que l'on importe de Cuba et ceux que l'on a découverts nouvellement dans le département de la Haute-Loire.

Bitume de Seyssel.

Il y a à Seyssel trois sortes de minerais, 1° le minerai sableux, 2° le minerai calcaire très-fusible, 3° le minerai calcaire peu fusible. M. Puvis a publié dans les Annales des mines (t. VI, p. 179, 3e série), un mémoire relatif au gisement, à l'exploitation et au traitement des deux premiers minerais.

1° Le minerai sableux appartient à la formation de la molasse de Suisse. Il consiste en grains de quartz laiteux arrondis, de la grosseur d'un grain de millet ou tout au plus d'une lentille, agglutinés par un bitume d'un noir foncé et mou; en sorte que l'on écrase facilement le minerai par pression, mais qu'on ne peut pas le réduire en poudre fine, parce qu'il se pelotonne sous le pilon. On distingue au milieu des grains de quartz des grains de calcaire blanc compacte également arrondis, mais ces grains n'entrent dans le mélange qu'en petite proportion.

Lorsque l'on fait chauffer ce minerai dans de

l'eau que l'on maintient en ébullition, le bitume se fond ; il se détache peu à peu des grains pierreux et il vient nager à la surface du liquide, ou bien il s'applique aux parois du vase sous forme de grumeaux bruns, ou d'un enduit transparent d'un rouge brun.

L'alcool n'attaque que faiblement ce minerai en se colorant en jaune pâle: le résidu ne change pas d'aspect, mais il paraît être devenu moins fusible.

L'éther dissout la matière bitumineuse presque en totalité; cependant les grains pierreux conservent une légère teinte blonde et ils retiennent environ un centième de leur poids de matière combustible. La liqueur éthérée est d'un rouge brun très-foncé : elle se concentre à l'air libre jusqu'à un certain degré, mais il faut la chauffer pour en expulser tout l'éther, et elle laisse pour résidu une matière bitumineuse noire et molle, qui paraît être identiquement la même que celle qui était contenue dans le minerai.

L'essence de térébenthine agit plus énergiquement sur le bitume de Seyssel que l'éther; elle le dissout complétement et laisse les grains pierreux absolument décolorés. La dissolution se comporte de la même manière que les liqueurs éthérées.

Par distillation à une chaleur graduée, le minerai laisse dégager des huiles bitumineuses visqueuses et de couleur foncée, sans eau ; il s'agglomère légèrement et il devient d'un noir grisâtre. Un échantillon riche, traité de cette manière, a donné :

Huile bitumineuse. .	0,086	} bitume. . 0,106
Charbon.	0,020	
Grains quartzeux. . .	0,690	
Grains calcaires. . . .	0,204	
	1,000	

Pris en grande masse, il est beaucoup moins riche, car M. Puvis dit qu'en le faisant macérer dans l'eau bouillante, on ne peut en extraire que 0,02 à 0,03 de bitume. Le bitume ainsi purifié est ce que l'on appelle *la graisse*.

2° Le minerai calcaire très-fusible porte à Seyssel le nom *d'asphalte*. Il est compacte, d'un brun clair tirant çà et là sur le noir, non feuilleté ni rubané. Il appartient à la formation oolitique. On peut le pulvériser et le tamiser, mais sa poussière, qui est de couleur café au lait, se pelotonne spontanément. L'essence de térébenthine et l'éther dissolvent complétement et immédiatement le bitume qu'il contient : ce bitume semble ne différer en rien de celui que renferme le minerai sableux.

Lorsqu'on traite le minerai asphaltique par l'acide muriatique à chaud, il se pelotonne, puis bientôt après il se prend en grumeaux d'un brun noir qui viennent nager à la surface de la liqueur et qui finissent par s'attacher aux parois du vase, et il faut chauffer pendant longtemps pour dissoudre toute la matière calcaire.

Quand on grille le minerai, il se ramollit sensiblement, brunit, répand de la fumée et brûle avec une flamme vive, en laissant un résidu tout à fait blanc.

L'échantillon analysé contenait 0,11 de bitume et 0,89 de carbonate de chaux, sans argile et tout à fait pur.

Il y a peu de temps encore on préparait le *mastic* à Seyssel en mélangeant intimement ensemble neuf parties *d'asphalte* et une partie de *graisse pure* extraite du sable, mais actuellement on préfère joindre à l'asphalte la graisse que l'on se procure à Bastennes.

3° Le troisième minerai de Seyssel se trouve auprès du village d'Arbagnoux, sur la rive méridionale de la Dorche. Il appartient à l'étage jurassique moyen. Jusqu'à présent il n'a donné lieu à aucune exploitation. C'est un calcaire compacte, rubané par couches excessivement minces et parallèles, les unes de couleur blonde très-pâle, et les autres couleur café au lait plus ou moins foncé. Cette structure prouve avec évidence que la matière bitumineuse n'a pas été introduite dans la pierre par distillation.

Par calcination à creuset couvert, le minerai devient parfaitement blanc et perd 0,48 de son poids en acide carbonique et bitume. Lorsqu'on le grille, il répand une épaisse fumée, brunit beaucoup, s'embrase et brûle avec flamme, mais sans se ramollir.

Il n'est aucunement attaqué par l'alcool, non plus que par l'éther ou l'essence de térébenthine.

Lorsqu'on le traite par l'acide muriatique, le carbonate de chaux se dissout avec effervescence, mais lentement et difficilement si la matière n'a pas été réduite en poudre fine : le bitume reste mélangé d'un peu d'argile, et sous forme de flocons couleur café au lait tirant un peu sur le jaune olivâtre, un peu plus lourds que l'eau et qui ne se ramollissent aucunement à la température de l'ébullition. La dissolution renferme une petite quantité de sulfate de chaux et l'analyse donne :

Matière bitumineuse. .	0,100
Argile.	0,020
Sulfate de chaux. . . .	0,012
Carbonate de chaux. .	0,868
	1,000

Le bitume extrait par le moyen de l'acide mu-

riatique étant soumis à la distillation se fond à la chaleur sombre en un liquide noir visqueux qui bout en se décomposant, et il s'en dégage une huile bitumineuse épaisse d'un rouge brun foncé et qui répand une odeur à la fois bitumineuse et désagréable. Cette huile se dissout très-facilement dans l'éther, l'essence de térébenthine et même dans l'alcool. Le résidu de la distillation est un charbon brillant qui pèse 0,30, et qui par le grillage laisse 0,18 de cendres purement argileuses. En sorte que l'opération donne :

Matières bitumineuses. .	0,70	0,854
Charbon.	0,12	0,146
Argile.	0,18	
	1,00	1,000

Ce qui précède fait voir que le bitume d'Arbagnoux diffère de l'asphalte de Seyssel par son infusibilité à la température de l'ébullition de l'eau et par son insolubilité dans l'éther et dans l'essence de térébenthine. Il est douteux par conséquent qu'il puisse servir aux mêmes usages.

4° On trouve auprès de Belley un minerai de bitume tout à fait semblable au précédent. Il y existe en quantité très-considérable, puisqu'on le rencontre presque partout, près de la surface du sol, dans les communes de Lutezieux, Utezieux, Charencin, Cormaranche et Pontnavey. C'est aussi un calcaire schisteux, et il se divise en feuillets tellement minces qu'il ressemble à de l'ardoise : les feuillets sont les uns d'un brun clair, et les autres de couleur terreuse : leur poussière est couleur café au lait. Selon M. de Beaumont, cette roche occupe à peu près le milieu de la formation jurassique, et se trouve entre

l'oxford clay et l'étage portlandien à peu près à la hauteur du terrain *à chailles*.

La richesse de ce minerai est très-variable. On peut admettre que, terme moyen, il contient :

Carbonate de chaux.	0,824
Carbonate de magnésie. . . .	0,020
Sulfate de chaux.	0,013
Argile.	0,023
Bitume.	0,120
	1,000

On en trouve des échantillons à Pontnavey qui renferment jusqu'à 0,28 de bitume et d'argile. On remarque que la quantité d'argile est toujours proportionnelle à la quantité de bitume. Les parties les plus riches, réduites en poudre, conservent l'état pulvérulent lorsqu'on les brûle ou lorsqu'on les calcine.

Le bitume extrait du minerai par le moyen de l'acide muriatique est pulvérulent et d'un brun très-pâle tirant sur le jaune olivâtre. Il donne à l'analyse immédiate :

Charbon.	0,15	0,31
Argile.	0,16	
Matières volatiles. . .	0,69	
	1,00	

Il se décompose rapidement sans se fondre, en laissant dégager des huiles brunes dont l'odeur est à la fois bitumineuse et désagréable, et il laisse un charbon fritté et sans consistance, qui occupe le même volume que la matière employée.

Bitume de Bastennes.

M. l'ingénieur des mines Lefebvre a fait connaître le gisement du bitume de Bastennes dans

le tome IX des *Annales des mines*, p. 247, 3e série. La principale exploitation est située tout auprès de Bastennes à 28 kil. à l'E.-S.-E. de Dax. A 5 kil. au S.-E. de cette exploitation, près du château de Gaujacq, il existe trois ouvertures, ayant chacune 5 à 10 centimètres carrés, par lesquelles il s'écoule continuellement un mélange d'eau et de bitume. C'est auprès de ces ouvertures que l'échantillon que l'on a examiné a été recueilli.

Ce minerai ressemble beaucoup au grès de Seyssel, mais il est beaucoup plus riche. Il est compacte, d'un noir brun mat, homogène en apparence, mais en réalité très-sablonneux. Il est solide, mais cependant sensiblement mou, et il n'est pas possible de le pulvériser, quand on le fait digérer dans l'eau bouillante, la matière bitumineuse qu'il contient s'en sépare peu à peu, ainsi que cela a lieu pour le minerai de Seyssel.

Par calcination en vase clos, il se fond en une masse compacte, se décompose sans se boursoufler, en laissant dégager des huiles épaisses, et laisse un résidu métalloïde peu éclatant.

Soumis au grillage il se fond, brûle pendant longtemps avec une longue flamme accompagnée de beaucoup de fumée et laisse un sable blanc ou légèrement violacé. Ce sable se compose de petits grains de quartz blanc mêlés d'un peu d'argile.

L'éther et l'essence de térébenthine séparent à peu près complétement le bitume de ce minerai en le dissolvant; mais l'alcool ne l'attaque pas à froid et n'en dissout qu'une très-petite quantité à la chaleur de l'ébullition. L'analyse par distillation donne :

Matières huileuses	0,200	bitume.	0,237
Charbon	0,037		
Sable quartzeux fin, mêlé d'argile	0,763		

Bitume de Béchelbrunn.

On exploite du bitume en deux endroits dans le département du Bas-Rhin, savoir à Lobsann et à Béchelbrunn. Ces bitumes sont à peu près de même nature que la graisse de Seyssel et de Bastennes. Celui de Béchelbrunn est presqu'aussi liquide que de la mélasse et on l'emploie particulièrement pour graisser les voitures. M. Boussingault en a fait l'analyse élémentaire. (*Annales des mines*, t. XI, p. 148). Lorsqu'on le traite par l'éther, il donne une dissolution d'un rouge brun foncé, et il reste seulement 0,07 à 0,08 d'une substance granuleuse d'un noir brunâtre, qui ne se fond plus dans l'eau bouillante et dont la densité est un peu plus grande que celle de ce liquide.

Bitume de Cuba.

Il s'importe actuellement en Europe, sous le nom *d'asphalte du Mexique* ou de *Chapopote*, un bitume solide qui vient en réalité des environs de la Havane dans l'île de Cuba, où il existe, à ce qu'il paraît, en très-grande abondance. Ce bitume pourra être employé avec grand avantage pour les dallages.

Il est solide, très-cassant, à large cassure conchoïde et d'un très-beau noir, mais sa poussière tire sur le brun; il exhale une odeur très-forte, mais qui n'est pas désagréable. On y distingue çà et là des grains de sable quartzeux et des brins de bois ou de paille. Sa pesanteur spécifique diffère peu de celle de l'eau, car il y a des morceaux qui nagent sur ce liquide et d'autres qui tombent au fond.

Il se ramollit à une température très-peu éle-

vée et il se fond complétement dans l'eau bouillante en un liquide épais qui vient nager à la surface en forme de peau.

Il est absolument inattaquable par les acides et par les alcalis.

L'alcool en dissout une très-petite partie et devient ensuite laiteux par l'addition de l'eau. L'éther et l'essence de térébenthine lui font perdre la moitié de son poids et laissent pour résidu une substance grenue, noire, fusible, mais non plus à la chaleur de l'ébullition de l'eau. Les liqueurs éthérées sont d'un rouge foncé et laissent par évaporation une matière bitumineuse de même couleur, transparente et molle.

Par calcination en vase clos, le chapopote se décompose en se boursouflant beaucoup et il laisse 0,10 de coke très-brillant et extrêmement léger. Les huiles qui s'en dégagent sont brunes et visqueuses.

M. Regnault a fait l'analyse élémentaire de ce bitume (*Annales des mines*, t. XII, p. 224); mais cette analyse doit être considérée comme se rapportant à un mélange; car il est évident que le bitume de la Havane renferme, comme la plupart des bitumes naturels, au moins deux substances différentes, l'une soluble et l'autre insoluble dans l'éther et dans l'essence de térébenthine. C'est la proportion relative de ces deux substances qui imprime à chaque bitume ses propriétés particulières.

Bitume du Monastier (Haute-Loire).

MM. Laroule ont découvert au commencement de l'année, auprès du Monastier, dans le département de la Haute-Loire, trois gîtes de minerais de bitume qui sont situés à très-peu de distance les

uns des autres, savoir à Louly, près Malhac, commune de Saint-Martin Feuginte, aux Sognes, près les Engouyaux, commune de Laussanne, et aux Avits, commune de Coubon. On ignore si ces gîtes ont quelque importance. Les trois minerais ont le même aspect et sont presque identiques. Ils consistent en sable aggloméré par une matière bitumineuse et le sable se compose de petits grains de quartz blanc, de lamelles de mica jaune d'or, et d'argile un peu ferrugineuse. Ils sont noirs et luisants, mais mélangés de veines d'un brun de cannelle. Ils sont cassants et se réduisent aisément en poudre très-fine sans s'agglomérer sous le pilon. Ils n'exhalent qu'une faible odeur bitumineuse.

Ils ne se ramollissent aucunement dans l'eau bouillante, et une longue ébullition dans ce liquide ne sépare pas la plus petite trace de bitume des grains pierreux. On voit par là qu'il serait impossible d'en extraire ce bitume en grand par des moyens simples, et on a lieu d'être surpris qu'une compagnie ait cherché à abuser le public sur ce point.

Ils brûlent avec une flamme vive sans se ramollir ni s'agglutiner, et laissent un sable couleur café.

Lorsqu'on les traite par l'acide muriatique, il se dissout de l'oxide de fer sans bitume. L'acide sulfurique concentré produit le même effet, mais il se colore en rouge brun, en dissolvant une petite quantité de bitume que l'eau précipite ensuite.

L'éther et l'essence de térébenthine attaquent promptement ces minerais, mais incomplétement, et dissolvent une proportion plus ou moins grande de bitume dans les différents échantillons. Ainsi le minerai de Malhac ne perd par ce traitement que 0,04 de son poids, tandis que celui des Engouyaux

perd 0,09. Le résidu a le même aspect que le minerai brut. Les liqueurs sont d'un rouge brun foncé. L'alcool ordinaire enlève aux minerais du Monastier une proportion un peu plus grande de bitume que l'éther et l'essence de térébenthine. La liqueur est d'un rouge brun : l'eau la rend laiteuse et elle conserve cet état même après une longue ébullition; mais si on la fait évaporer, elle laisse, comme la dissolution éthérée, une huile d'un rouge brun, très-visqueuse et qui prend une consistance de plus en plus grande au contact de l'air.

Par distillation il se dégage de ces minerais des huiles et beaucoup d'eau. Celui des Engouyaux donne pour résultat :

Huile bitumineuse. . . .	0,070	0,105
Charbon.	0,035	
Eau.	0,045	
Gaz et vapeurs.	0,040	
Quartz et mica.	0,600	0,810
Argile ferrugineuse. . . .	0,210	
	1,000	

Les deux autres minerais calcinés, puis grillés, donnent:

	Les Avits.	Malhac.
Perte par calcination.	0,16	0,19
Charbon.	0,02	0,04
Matières terreuses. . .	0,82	0,77
	1,00	1,00

Le bitume de la Haute-Loire diffère essentiellement comme on voit de ceux de Seyssel et de Bastennes, tant par son infusibilité dans l'eau bouillante que par sa solubilité dans l'alcool. On ne pourrait pas l'employer immédiatement aux mêmes usages; mais peut-être cependant sera-t-il possible d'en tirer partie pour la fabrication des

mastics, en en extrayant des huiles bitumineuses par voie de distillation ; car l'opération n'exigeant qu'une température peu élevée, il y a lieu de croire que l'on ne consommerait pas plus de combustible en procédant de cette manière, qu'en effectuant la séparation du bitume au moyen de l'eau bouillante. Resterait à chercher par l'expérience si les huiles bitumineuses distillées peuvent former d'aussi bons mastics que les bitumes naturels.

---

5. *Analyse des* SCHISTES BITUMINEUX *d'Autun*; par M. P. BERTHIER.

Les schistes bitumineux qui se trouvent auprès d'Autun, sont depuis longtemps bien connus des géologues, à cause du grand nombre d'empreintes de poissons qu'ils renferment. Ces schistes se rencontrent presque partout dans le bassin au milieu duquel coule l'Aroux, entre Épinac et Autun, sur une longueur de 24 kilom. de l'est à l'ouest, et sur une largeur moyenne de 9 à 10 kilomètres. On a cru d'abord qu'ils constituaient une formation particulière contemporaine du zechstein et du schiste cuivreux de Mansfeld ; mais M. Agassis ayant constaté que les poissons d'Autun sont différents de ceux du Mansfeld, et analogues à ceux que l'on voit ailleurs dans le terrain houiller, et l'observation ayant fait voir que les poissons d'Autun sont accompagnés d'empreintes végétales caractéristiques de ce terrain, on considère généralement aujourd'hui les schistes d'Autun comme appartenant à la formation houillère, dont ils paraissent être le dernier dépôt.

Ces schistes ont d'ailleurs tous les caractères

extérieurs des schistes qui accompagnent la houille dans une multitude de lieux; ils sont feuilletés, à cassure grenue mate, et d'un gris tirant plus ou moins sur le noir; leur poussière est grise.

Lorsqu'on les distille, il s'en dégage beaucoup d'eau, et des liquides huileux de plus en plus visqueux et d'un brun de plus en plus foncé; si la température est bien ménagée, les premières huiles sont très-fluides et presque limpides; ce sont ces huiles que l'on cherche à en extraire en grand, pour les employer à la fabrication du gaz d'éclairage, etc. Le résidu de la distillation est terreux et noir : s'il était suffisamment calciné, il pourrait probablement être employé pour la décoloration des sirops; il devient presque tout à fait blanc par le grillage, parce que les schistes d'Autun ne contiennent que très-peu de pyrites.

Lorsque l'on chauffe ces schistes à l'air, ils s'embrasent promptement, et brûlent avec flamme et fumée, en répandant une odeur bitumineuse qui n'est pas forte; mais ils ne peuvent pas servir de combustible, parce qu'ils sont trop terreux.

L'alcool ne les attaque pas; l'éther leur enlève une trace de bitume. La potasse caustique dissout une petite quantité d'alumine et de silice, mais sans altérer aucunement la matière combustible; l'acide sulfurique concentré les attaque très-fortement en dissolvant beaucoup d'alumine et laissant de la silice gélatineuse, mêlée avec le reste de la matière terreuse non attaquée, ainsi qu'avec la substance bitumineuse sur laquelle l'acide n'exerce d'action qu'à la longue. L'analyse immédiate d'un échantillon provenant d'Igornay a donné :

Alumine et oxide de fer dissous.	0,200	0,735
Silice devenue soluble dans la potasse. . .	0,267	
Partie terreuse non attaquée.	0,268	
Eau.	0,100	0,100
Charbon.	0,080	0,165
Huiles bitumineuses.	0,060	
Gaz et vapeurs.	0,025	
	1,000	1,000

En le traitant par la potasse au creuset d'argent, on l'a trouvé composé de :

Silice.	0,441
Alumine.	0,235
Oxide de fer. . . .	0,059
Matières volatiles.	0,265
	1,000

C'est donc le silicate AS^3 hydreux.

On assure qu'il y en a des échantillons qui renferment jusqu'à 0,40 de matières combustibles ou volatiles. Il faut remarquer, au surplus, que la plus grande partie de l'eau qu'ils donnent à la distillation s'y trouve à l'état de combinaison avec la matière pierreuse.

Les schistes houillers sont des mélanges mécaniques, en toutes proportions, d'argile schisteuse et de matières combustibles analogues à la houille. Il y en a probablement dans beaucoup de lieux qui sont aussi riches et peut-être plus riches que ceux d'Autun. Il est probable que l'on ne tardera pas à chercher à en tirer parti.

---

6. *De l'huile des* SCHISTES BITUMINEUX D'AUTUN, *et de quelques produits qu'on en obtient*; par M. A. Laurent. (Acad. des scienc., 1837, n° 24.)

La distillation des schistes bitumineux produit

une huile, de laquelle on retire des huiles différentes par leurs propriétés, en la distillant elle-même à une température graduée.

L'huile bouillant entre 80 et 85°, purifiée en l'agitant à plusieurs reprises avec de l'acide sulfurique, et distillée ensuite successivement avec de la potasse et avec du potassium, a les mêmes propriétés que le naphte; mais elle a la composition du gaz oléfiant.

L'huile bouillant de 120 à 122°, a beaucoup d'analogie avec la précédente, et la même composition.

L'huile bouillant à 169° a exactement les mêmes propriétés que l'*eupion* et la même composition; elle est soluble dans l'alcool et l'éther, elle est indifférente pour tous les réactifs, tels que le chlore, l'acide nitrique, etc., et elle contient :

Carbone.	0,856
Hydrogène.	0,144

Le mélange des différentes huiles qui bouillent entre 80 et 350° a, à très-peu près, la même composition que le gaz oléfiant.

Acide ampélique. En faisant bouillir avec de l'acide nitrique les huiles qui se distillent entre 80 et 150°, on obtient, par le refroidissement, l'acide ampélique, qui est en flocons blancs inodores, peu soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool, l'éther et l'acide sulfurique concentré. Cet acide forme des sels très-solubles avec les alcalis, et il se sublime en petites aiguilles à 260°.

Ampéline. En traitant, par l'acide sulfurique concentré l'huile du schiste dont le point d'ébullition est compris entre 200 et 280°, on obtient une huile qui, purifiée, ressemble à une huile grasse assez fluide, soluble dans l'alcool et l'éther,

et dans l'eau froide, non congelable à — 20°, décomposable par la distillation en eau, en une huile très-limpide, incolore, et en un résidu de charbon.

La ...péline est soluble dans les alcalis fixes caustiques, et dans leurs carbonates; mais beaucoup de sels la précipitent de ces dissolutions, ainsi que de sa dissolution dans l'eau.

---

7. *Note sur la coloration en rouge des* MARAIS SALANTS; par M. Payen. (Ann. de Ch., t. 65, p. 156.)

On sait que dans les marais salants, où l'eau de la mer est soumise à l'évaporation spontanée, on est averti de l'époque à laquelle le sel va commencer à se déposer par l'apparition d'une légère écume rouge. Une teinte rouge se remarque aussi dans le sel qu'on vient de ramasser en monceaux; et ce sel exhale alors une odeur comparable à celle des violettes. Cette coloration est due à de petits crustacés de l'ordre des branchiopodes et du genre *Artemia*. Ces petits animaux, qui ont un tiers de pouce de longueur, ont la forme d'un tube cylindrique ou vermiculaire très-mince, muni à la partie antérieure de deux petites antennes fines et courbes, et de deux yeux noirs ronds et relevés; une bouche courte est placée sous ces yeux; ils sont pourvus de 22 jambes natatoires qui occupent toute la moitié de leur longueur. Ces insectes se meuvent avec une prodigieuse activité, mais ils périssent, quand la dissolution atteint la densité de 25°, et leur corps devenu rouge, vient alors nager à la surface sous forme d'écume.

---

8. *Analyse où étude microscopique des différents corps orgnisés et autres corps de nature diverse qui peuvent accidentellement se trouver enveloppés dans la pâte translucide des* SILEX; par M. Turpin. (Acad. des sc. 1837, n° 9.)

La *Semi-opale* de Bilin renferme dans une pâte semi-transparente, comme enchâssés et toujours sans ordre, quatre sortes de corps organisés intacts ou presqu'intacts, et des corps organisés cristallifères, formés dans le sein de l'organisation, et en grande partie soumis aux lois de cette dernière.

Les corps organisés sont, deux espèces de *gaillonella*, qui n'ont que $\frac{1}{75}$ de millimètre de longueur au plus, des filaments tubuleux *confervoïdes*, et des restes de *spongilles* consistant en aiguilles cristallines, transparentes, siliceuses, droites ou arquées, qui ont servi à échafauder ou à solidifier la texture gélatineuse et aqueuse de ces animaux.

Le silex pyromaque de Délitzsch ne renferme que des œufs réduits à la coque, plus ou moins entiers, qui la plupart ont beaucoup d'analogie avec ceux de la *cristatelle vagabonde*.

---

9. *Analyse des* EAUX MINÉRALES *de Forges*; par MM. Morin et Girardin. (J. de phar., t. 23, p. 210.)

On connaissait trois sources à Forges, et M. le docteur Cisseville en a découvert, il y a trois ans, une quatrième que nous avons analysée. Voici la composition comparative de l'eau de ces quatre sources:

	en vol.	en vol.	en vol.	en vol.
Acide carbonique libre	0,0000250	0,0012500	0,002000	0.0000406
Carbonate de protoxide de fer. . .	0,0000066	0,0000266	0,0000443	0,0000580
Carbonate de chaux.	0,0000133	0,0000398	0,0000398	0,0000189
Chlorure de calcium.	•	•	•	0,0000250
Chlorure de sodium.	0,0000398	0,0000465	0,0000478	0,0000158
Chlorure de magnésium.	0,0000106	0,0000066	0,0000106	0,0000043
Sulfate de chaux . .	0,0000177	0,0000266	0,0000266	0,0000140
Sulfate de magnésie.	•	0,0000465	0,0000478	0,0000043
Silice.	0,0000053	0,0000044	0,0000088	0,0000047
Matièrebitumineuse.	•	•	•	•
	0,0000933	0,0001970	0,0002257	0.0001580

Partout aux environs de Forges, on rencontre des eaux de la même nature : elles prennent naissance dans cette localité par suite de l'infiltration des eaux pluviales à travers les tourbes pyriteuses et les sables ferrugineux qui composent une partie du sol superficiel du pays de Bray.

Il se forme dans l'eau abandonnée à elle-même de l'hydrogène sulfuré et des sulfures terreux, par l'effet de la réaction des matières organiques sur les sulfates de chaux et de magnésie. La boue noire qui se trouve au fond du puits est colorée par du sulfure de fer.

---

10. Eau minérale des Pitons (*Ile de la Martinique*); par MM. Boulay et Henry. (J. de phar., t. 24, p. 218.)

Cette eau avait été recueillie par le docteur Cavesne dans une source minérale qui se trouve

au pied de l'un des Pitons ou montagnes en forme de pic de la Martinique. Elle était limpide: sa saveur était légèrement stiptique et elle n'avait aucune odeur sulfureuse. Elle a laissé par évaporation un résidu de 1gr, 8 pour un litre; et ce résidu a été trouvé composé de carbonates calcaire et magnésien pour les trois quarts, de sulfate de chaux, de silice, d'oxide de fer et de matière organique pour le reste.

---

11. *Analyse de l'*EAU SULFUREUSE ET FERRUGINEUSE *de la montagne de la* GOLAISE; par M. O. Henry. (J. de phar., t. 24, p. 115.)

La montagne de la Golaise est située près de l'entrée du Valais à douze lieues de Genève. L'eau minérale qui se montre au pied de cette montagne est connue depuis longtemps. Elle est froide et sort en bouillonnant d'un roc noirâtre. Elle exhale l'odeur d'œufs pourris et elle tient en suspension une multitude de petites lamelles brunes irisées qui sont presqu'entièrement formées par une matière organique azotée. Au fond de la source on aperçoit une boue noirâtre qui est de nature calcaire et argileuse et mêlée de sulfure de fer.

La saveur de cette eau est sulfureuse, légèrement amère. Sa limpidité est parfaite. Évaporée à l'air, elle se couvre d'une légère pellicule de carbonate terreux et de soufre, et il se forme un hyposulfite. L'acide hydrosulfurique s'y trouve à l'état d'hydrosulfate.

Elle est composée de :

Acide carbonique libre. . . .	0,0000861
Bicarbonate de chaux.	0,0001436
Bicarbonate de magnésie. . .	0,0000589
Sulfate de chaux anhydre. . .	0,0013700
Sulfate de magnésie anhydre.	0,0002900
Chlorure de sodium.	0,0000070
Hydrosulfate de chaux. . . .	0,0000786
Sulfure de fer.	0,0000200
Phosphate de chaux.	0,0000100
Silice et traces d'alumine. . .	0,0000360
Matière organique.	0,0000180
Azote, quant. indéterminée.	»
	0,0021182

Un litre de cette eau contient 3[lit],043 d'acide carbonique, et 0[gr],0278 de soufre.

On peut la faire chauffer en vases clos jusqu'à la chaleur de 70° sans qu'elle perde son principe sulfureux.

---

12. *Analyse de l'*EAU MINÉRALE ET DES BOUES DE LA ROCHE POSAY (*dép. de la Vienne*); par MM. Boulay et Henry. (J. de phar., t. 24, p. 214.)

Ces eaux laissent par l'évaporation 1[gr],25 de résidu sec pour un litre. Ce résidu se compose essentiellement de sulfate de chaux et il contient aussi des carbonates terreux, de la silice, du chlorure de sodiun et une matière organique, mais sans sulfure.

Les boues sont d'un jaune verdâtre et dans quelques parties un peu noires. Elles exhalent une odeur infecte, mais elles ne sont pas sulfureuses. Elles se composent de carbonates terreux, de sable argileux et d'une matière organique floconneuse verdâtre.

---

13. *Examen chimique de* l'EAU MINÉRALE DE BAGNOLS (*Lozère*); par M. Henry. (Journ. de pharm., t. 23, p. 110.)

Bagnols est un très-gros village, situé à deux ou trois lieues de Mende. L'eau minérale qui s'y trouve est connue depuis longtemps. Elle est très-limpide à la source. Sa température est de 28 à 32° R. Elle exhale une forte odeur d'hydrogène sulfuré, mais cette odeur est très-fugace, et l'eau n'en retient presqu'aucune trace très-peu de temps après son exposition à l'air. Sa saveur est fade et peu prononcée. Elle laisse déposer du soufre pulvérulent dans les conduits qui l'amènent au bassin de l'établissement. Elle donne naissance à des membranes mucilagineuses d'un blanc jaunâtre, analogues à ce que l'on a appelé *glairine*, *barégine*, et qui sont probablement des débris de *nostocks* ou d'autres *arthrodiées* analogues.

La voûte des étuves est recouverte d'une poudre ocreuse brune, qui se compose de sulfate calcaire, d'un peu de matière animale, de beaucoup d'alumine et d'oxides de fer et de manganèse. J'attribue sa formation à l'action des vapeurs sulfureuses, qui en présence de l'air et des bases de la roche calcaire, se transforment promptement en acide sulfurique, comme cela se remarque pour beaucoup d'eaux hépathiques.

L'analyse de l'eau de Bagnols m'a donné :

Chlorure de sodium.	0,000143
Sulfate de soude anhydre. .	0,000089
Sulfate de chaux anhydre. . .	0,000015
Carbonate de chaux.	0,000053
Carbonate de magnésie. . . .	0,000006
Carbonate de soude anhydre.	0,000160
Silice et alumine.	0,000003
Matière organique.	0,000004
	0,000473

En outre elle contient 0,000139 d'acide carbonique libre, de l'azote et une trace d'hydrogène sulfuré.

---

14. *Analyse de* l'EAU MINÉRALE DE POUGUES (*départ. de la Nièvre*); par MM. Boulay et Henry. (Journ. de pharm., t. 24, p. 212.)

L'eau de Pougues a une saveur aigrelette et assez agréable. Sa limpidité est parfaite, mais exposée à l'air, elle se trouble, laisse déposer quelques flocons ocracés et en même temps il s'y forme spontanément des cristaux rhomboédriques de carbonate calcaire. Sa P. S. est de 1003,12. Elle renferme par litre :

Acide carbonique libre.	0gr.,5957
Bicarbonate de chaux.	0, 3269
— de magnésie.	0, 9762
— de soude anhydre.	0, 6362
— de peroxide de fer.	0, 0206
Sulfate de soude anhydre.	0, 2700
— de chaux anhydre.	0, 1900
Chlorure de magnesium.	0, 3500
Matière organique soluble.	0, 0300
Phosphate de chaux, silice, alumine. .	0, 0350
	4gr.,4306

---

15. *Analyse de* l'EAU MINÉRALE DE MIERS (*départ. du Lot*); par MM. Boulay et Henry. (Journ. de pharm., t. 24, p. 211.)

L'eau de Miers est froide. Elle passe pour être très-purgative. Elle contient par litre :

Bicarbonate de chaux.	0gr.,208
— de magnésie.	0, 120
— de soude anhydre. . . .	0, 071
Sulfate de soude anhydre.	2, 675
— de chaux anhydre. . .	0, 954
Chlorure de magnesium.	0, 750
— de sodium.	0, 020
Silice.	0, 480
Alumine.	0, 037
Oxide de fer.	0, 005
Matière organique.	0, 060
	5gr.,380

16. *Analyse de* l'EAU MINÉRALE DE PLOMBIÈRES; par MM. Boulay et Henry. (Journ., de pharm., t. 24, p. 221.)

On connaît à Plombières dix sources, qui paraissent offrir toutes, les mêmes caractères physiques. L'eau de la source du Crucifix renferme, pour un litre :

Acide carbonique libre.	0gr.,1690
Bicarbonate de chaux.	0, 0187
Bicarbonate de soude anhydre. . . .	0, 1683
Bicarbonate de protoxide de fer. . .	0, 0070
Sulfate de chaux.	traces.
Sulfate de soude anhydre.	0, 0090
Chlorures de sodium et de magnesium.	0, 0120
Silice.	0, 0560
Alumine et phosphate.	0, 0080
Matière organique.	0, 0290
	0gr.,4760

Cette eau ne laisse dégager le gaz oxygène qu'elle contient qu'à la température de 70°. Elle renferme 23 de ce gaz pour 77 d'azote.

La roche et les pierres qui sont baignées par l'eau des sources minérales sont couvertes d'une matière blanche, molle et douce au toucher, qui ressemble à du fromage de brie avancé. Cette matière est composée de :

Silice.	0,3000
Alumine.	0,6143
Carbonate de chaux. . .	0,0571
Oxide de fer.	0,0285
	0,9999

17. *Analyse des* EAUX DE LUXEUIL; par M. Braconnot. (Journ. de pharm., t. 24, p. 229.)

Le tableau suivant présente la composition de l'eau des différentes sources que l'on connaît à Luxeuil.

NOMS DES SOURCES.	CHLORURE de sodium.	CHLORURE de potassium.	SULFATE de soude.	CARBONATE de soude.	CARBONATE de chaux.	MAGNÉSIE.	ALUMINE, oxide de fer, oxide de manganèse.	SILICE.	MATIÈRE animale.	RÉSIDU FIXE pour un litre d'eau.
I. Source chaude du Bain-Gradué. . .	0,7053	0,0239	0,1442	0,0436	0,0580	0,0240	0,0020	0,0805	0,0030	1,0845
II. Bain des Bénédictins.	0,7564	0,0200	0,1499	0,0457	0,0785	0,0031	0,0034	0,0751	0,0028	1,1349
III. Grand-Bain.	0,7471	0,0239	0,1468	0,0355	0,0850	0,0030	0,0035	0,0659	0,0025	1,1130
IV. Bain des Dames. . .	0,7707	0,0215	0,1529	0,0473	0,0600	0,0240	0,0020	0,0825	0,0040	1,1649
V. Source moins chaude du Bain-Gradué. .	0,6376	0,0211	0,1224	0,0391	0,0571	0,0029	0,0019	0,0771	0,0024	0,9616
VI. Eau particulière au cabinet nº 7 du Bain-Gradué. . .	0,6694	0,0220	0,1168	0,0321	0,0671	0,0028	0,0022	0,0622	0,0025	0,9771
VII. Eau des cuvettes. . .	0,5797	0,0152	0,1145	0,0282	0,0660	0,0020	0,0030	0,0504	0,0022	0,8612
VIII. Bain des Capucins. .	0,3754	0,0012	0,0795	0,0160	0,0451	0,0018	0,0018	0,0450	0,0024	0,5681
IX. Eau Savonneuse. . .	0,1098	0,0030	0,0979	0,0050	0,0340	Traces.	0,0004	0,0250	Traces.	0,2751

Le bain gradué est placé dans une salle au milieu de laquelle est un bassin, ayant quatre compartiments, recevant chacun de l'eau d'une température différente de 31 à 37° c.

Le sédiment que cette eau tient en suspension a l'apparence muqueuse ; il est d'un blanc fauve, et se prend par la dessiccation en grumeaux souvent ramifiés à la manière de certaines algues. Examiné au microscope, on voit qu'il est pénétré d'une multitude innombrable de globules parfaitement transparents, et en outre d'infusoirs, particulièrement de paramecies et de navicules. Les globules sont du quartz pur ; la matière animale n'entre que pour 0,03 dans le dépôt, et elle est mêlée avec une petite quantité d'oxides de fer et de manganèse, d'alumine et de chaux. Je pense que cette matière animale est tout entière une production de l'organisation.

La température du bain des Bénédictins est de 5° c.

L'une des sources du grand bain marque 55°, et la température de la source du bain des dames est de 47°.

La source 5 marque 36°.

La source 6 marque également 36°.

Celle des cuvettes marque 46°.

La température de la source des Capucins est de 39°.

Enfin celle de la source dite savonneuse est de 29°.

Il résulte de l'inspection du tableau que les quatre premières sources proviennent du même réservoir.

Que les sources nos 5, 6 et 7, quoique provenant aussi de la même nappe d'eau, ont rencontré accidentellement dans leur trajet des filets

d'eau pure qui ont altéré leur constitution originelle.

Que dans la source n° 8, cette altération est beaucoup plus marquée.

Enfin que la source n° 9 est tellement appauvrie, par son mélange avec de l'eau pure, qu'elle peut être rangée parmi les eaux de sources ordinaires.

J'ai reconnu que le gaz qui se dégage de plusieurs sources de Luxeuil est de l'azote pur. La production de ce gaz me paraît facile à expliquer, en admettant que le fer, qui se trouvait primitivement dans l'eau minérale à l'état de protoxide, absorbe l'oxygène de l'eau de pluie qui filtre à travers les roches, et se transforme en peroxide.

Outre les neuf sources dont il vient d'être question, il y en a une dixième à Luxeuil que l'on appelle *source ferrugineuse*. Cette eau présente un phénomène remarquable : en sortant de la terre elle est limpide, mais par le contact de l'air elle se prend en masse gélatineuse couleur de chair. M. Longchamps en a déjà fait l'analyse. J'y ai trouvé par litre :

Chlorure de sodium.	0gr.,0514
Chlorure de potassium.	0, 0074
Sulfate de soude.	0, 0358
Carbonate de chaux.	0, 1036
Silice.	0, 0294
Crénate, aprocrénate de fer. Alumine. Oxide de manganèse.	0, 0285
Magnésie.	0, 0075
Carbonate de potasse.	trace
Matière organique non déterminée.	0, 0070
	0gr.,2706

18. *Analyse de l'*EAU MINÉRALE DE CHATELDON (*dép. du Puy-de-Dôme*); par MM. Boulay et Henry. (Journ. de pharm., t. 24, p. 215.)

Chateldon est une petite ville qui n'est éloignée que de 8 lieues de Clermont, et de 3 lieues de Vichy. Elle est bâtie au fond d'une vallée encaissée par des roches primitives. On y connait aujourd'hui cinq sources minérales. L'analyse a donné pour un litre d'eau :

	gr.
Acide carbonique libre.	0,6687
Bicarbonate de chaux.	0,9539
— de magnésie.	0,1242
— de soude anhydre.	0,5560
Sulfate de chaux et de soude anhydres. .	0,0700
Chlorures de sodium et de magnésium. . . .	0,0450
Protocarbonate de fer.	0,0107
Silice mêlée d'alumine.	0,0362
Matière organique.	0,0300
	2,4947

---

19. *Analyse de l'*EAU MINÉRALE DE GRÉOULX (*Basses-Alpes*); par MM. Boulay et Henry. (Journ. de pharm., t. 24, p. 219.)

Il y a à Gréoulx deux sources d'eaux minérales chaudes : la source ancienne dont la température est de 36 à 38° c., et une autre source découverte en 1835 et dont la température n'est que de 21 à 22°. L'eau de chacune de ces sources a donné à l'analyse, pour 1000 grammes, les résultats suivants :

	Source ancienne.	Source nouvelle.
	gr.	gr.
Carbonates de chaux et de magnésie. Sulfate de chaux. Silice et oxide de fer.	0,35	0,05
Chlorure de sodium. Chlorure de magnesium. Sulfates de chaux et de soude. Matière organique.	3,00	3,07
	3,35	3,12

20. *Mémoire sur les* EAUX MINÉRALES DU PLAN DE PHAZY, PRÈS MONT-DAUPHIN (*Hautes-Alpes*); par M. Tripier. (Journ. de pharm., t. 23, p. 57.)

Les sources qui alimentent l'établissement thermal du plan de Phazy, commune de Rizoul, sont situées à quelques pas à l'est de la route de Gap, à 6 lieues de Briançon, 3 lieues d'Embrun et à ¼ de lieue de Mont-Dauphin et de Guillestre. Elles sourdent au pied d'une montagne élevée, là où son versant aboutit à la plaine de la Salse. Elles sortent d'un calcaire schisteux en couches presque verticales, qui sont accompagnées de gypse et de schistes chloriteux passant à l'*aphanite*.

Les eaux en se répandant à la surface du sol ont formé un grand dépôt stratifié de calcaire ocreux, manganésifère et magnésien, qui augmente sans cesse. Les dépôts les plus anciens sont doués d'une grande cohésion et sont composés de carbonates terreux peu mélangés de fer : les dépôts plus nouveaux sont beaucoup moins consistants et beaucoup plus ferrugineux ; et enfin ceux de la formation actuelle ne contiennent que des traces à peine sensibles de ce métal.

Ce n'est qu'à plusieurs mètres de la source que l'eau commence à déposer d'une manière notable; à 60 mètres l'épaisseur du dépôt atteint son maximum.

Le sol de la plaine de Salse est une alluvion de sables fins toujours imbibés d'eau minérale par capillarité, et sa surface est recouverte d'une couche de sel en forme de givre, composée de sulfate de soude mélangé d'une petite quantité de sel marin, de carbonate de magnésie et de carbonate d'ammoniaque. Durant les étés la plaine est tout à fait stérile.

Le terrain qui environne les sources minérales est planté en vignes qui produisent des récoltes très-abondantes, et dans toutes les localités que baignent les eaux salées on aperçoit plusieurs plantes étrangères à la contrée, qui s'y développent avec une grande vigueur, telles sont le *capillaire* de Montpellier, le *poa* ou plantin maritime, le *lamole* de Vallerand, l'*ail jaune*, le *roseau commun*, les *joncs bulleux*, la *prêle rameuse*, etc.; le *nostock mésentère* croît dans les eaux mêmes et est doué de toute la force végétative dont il jouit sur les rochers que baignent les eaux de la mer.

La mise en usage des eaux du plan de Phazy pour le traitement des maladies est attribuée à des militaires de la garnison de Mont-Dauphin; le petit bâtiment qui y existe n'a été construit qu'en 1824.

Les sources du plan de Phazy sont situées à 1000 mètres au-dessus du niveau de la mer. Leur température varie entre 28 et 30° c. Il s'en dégage, sous forme de bulles nombreuses et pressées, dont l'apparition est sujette à des intermittences, un gaz incolore et inodore, composé en volume de :

Azote.	0,795
Acide carbonique. .	0,205

L'eau est limpide, incolore, inodore; sa saveur est salée; elle rougit le tournesol : sa pesanteur spécifique est de 1,00636. D'après une analyse faite sur 10 lit., j'ai trouvé qu'elle contient :

Hydrochlorate de magnésie.	0,00045354
— de soude.	0,00460276
Sulfate anhydre de chaux..	0,00183350
— de soude.	0,00101849
— de magnésie . . .	0,00012274
Phosphate de chaux.	0,00005000
Carbonate de chaux.	0,00073330
— de magnésie. . . .	0,00005000
— de protoxide de fer.	0.00001626
— de manganèse. . .	trace
Matière organique.	trace
	0,00888059.

Chaque litre contient, en outre, 94 centimètres cubes de gaz. Cette eau ne renferme pas d'hydrogène sulfuré, mais quand on l'emploie pour rouir le chanvre, elle acquiert les caractères hépatiques et elle laisse déposer du soufre.

Les eaux que l'on rencontre dans les Alpes sont en général chargées d'acide carbonique, très-souvent mélangé d'azote, et quelquefois légèrement sulfureuses. Leurs autres principes dominants sont les carbonates terreux, le sel marin, les sulfates de soude, de chaux et de magnésie. Je n'ai trouvé de brôme et d'iode dans aucune de celles que j'ai examinées.

---

21. *Analyse de l'*EAU MINÉRALE DE NAUHEIM, par M. Bunsen. (J. d'Erdmann, t. 13, p. 156.)

Parmi les sources salées qui renferment une

certaine quantité de brôme, celle de Nauheim est à juste titre une des plus célèbres. Ses eaux se distinguent par leur haute température, par la grande quantité d'acide carbonique qu'elles renferment, au moment où elles viennent au jour, et enfin par la présence simultanée de toutes les substances salines auxquelles on accorde généralement le plus d'effet.

J'ai analysé séparément les eaux minérales provenant de deux trous de sonde différents, mais ces deux eaux m'ont présenté sensiblement la même composition. Leur densité a aussi été trouvée la même et égale à 1,0026 à 5°.

La quantité de matière fixe en dissolution dans les eaux, a été déterminée en évaporant une certaine quantité d'eau au bain-marie à une température d'environ 75°.

Voici les résultats que j'ai obtenus :

100 parties d'eau minérale ont donné par l'évaporation directe : pour l'eau du trou de sonde n° I, 3,001 de parties fixes dans une première analyse, et dans une seconde 2,929. La différence entre ces nombres tient à ce que, par l'évaporation, il se décompose une quantité variable de chlorure de magnesium. Pour l'eau du trou de sonde n° II, 3,247 de parties fixes.

10.000 parties d'eau minérale ont été trouvées renfermer :

	I	II
Bicarbonate de chaux. . . .	22,417	21,65
— de protoxide de fer. . .	0,984	1,09
— de manganèse.	0,109	0,12
Sulfate de chaux anhydre. .	0,760	0,63
Chlorure de sodium.	254,440	249,40
— de potassium.	2,900	3,90
— de magnesium.	3,012	5,99
— de calcium.	19,399	20,64
Brômure de sodium.	0,400	0,40
Silice.	0,190	0,20
Trace de matière organique.	0,000	0,00
Acide carbonique libre. . . .	0.000	8,03
	304,611	312,05

22. *Analyse de l'*EAU DE LA SALINE DE DURRENBERG ; par M. Scharf. (J. d'Erdmann, t. X, p. 1.)

L'eau salée qui a servi pour cette analyse a été puisée, le 14 octobre 1836, dans une des conduites d'eau salée presque immédiatement à côté du trou de sonde. Elle était parfaitement limpide et incolore, et n'a abandonné a l'air qu'un dépôt tout à fait impondérable d'oxide de fer. Son action était nulle sur les papiers réactifs. Sa densité, à 14°, a été trouvée = 1,0625.

100 parties d'eau salée ont donné un résidu, qui, desséché, pesait 8,750, et après calcination s'est réduit à 8,445.

L'analyse a donné sur 1000 parties d'eau salée:

Chaux.	2,499
Magnésie.	4,050
Silice.	0,070
Sodium.	31,067
Acide sulfurique.	4,050
Chlore.	39,848
Brôme.	9,665
Peroxide de fer.	traces.
Alumine.	traces.
	91,249

23. *Analyse de l*'EAU MINÉRALE DE PULLNA, *en Bohême*; par M. Ficinus. (J. d'Erdmann, t. X, p. 193.)

L'eau minérale de Püllna laisse après son évaporation une masse saline jaunâtre qui noircit à la calcination par la destruction d'une petite quantité de matière organique.

L'analyse a montré que 16 onces d'eau minérale renferment en parties solides:

	grains.
Sulfate de potasse	82,720
Sulfate de soude	10,125
Sulfate de magnésie	96,975
Chlorure de magnesium	19,120
Carbonate de magnésie	2,280
Brômure de magnesium	0,588
Nitrate de magnésie	4,602
Magnésie combinée à un acide organique	4,640
Phosphate de magnésie	0,290
Carbonate de chaux	0,760
Sulfate de chaux	0,800
Lithine et oxide de fer	traces
	222,900

Matières volatiles :

	pouce cube.
Acide carbonique	0,49
Oxygène	0,21
Azote	0,18

24. *Sur le* CYANURE DE POTASSIUM *produit dans les hauts-fourneaux*; par le docteur Clarke. (Phil., mag. mai 1837.)

Dans les hauts-fourneaux de la Clyde où l'on emploie l'air chaud, il s'écoule par la partie inférieure, à travers les fentes accidentelles, un liquide incolore qui se prend en masse solide,

blanche et opaque par le refroidissement. Cette substance est assez abondante pour qu'on doive l'enlever à la brouette et elle paraît se produire dans tous les fourneaux de l'Écosse que l'on chauffe à la houille.

Elle est composée de carbonate de potasse et de cyanure de potassium à peu près à parties égales; il est bon que les ouvriers soient prévenus de sa nature vénéneuse à un haut degré. Elle ne renferme pas de cyanure de fer, car elle ne donne du bleu de Prusse avec les sels de protoxide de fer, qu'après qu'elle a été saturée avec de l'acide muriatique.

Pour l'analyser j'ai déterminé la quantité de peroxide de mercure qu'elle peut rendre soluble, sachant à l'avance que 1 partie de cyanure pur peut dissoudre 1,67 de ce peroxide.

---

25. *Analyse* DE LA PÉRIKLINE; par E. J. Thaulow. (Ann. de Pogg., t. XLII, p. 571.)

Nous ne possédons jusqu'a présent qu'une seule analyse de la périkline faite par Chr. Gmelin sur le minéral amorphe de Zöblitz en Saxe, d'après lequel M. Breithaupt a établi les caractères de l'espèce. L'analyse de M. Gmelin a donné :

Silice.	0,67940
Alumine.	0,18932
Soude.	0,09986
Potasse	0,02412
Silice.	0,00150
Protoxide de fer.	0,00481
Perte au feu.	0,00360
	1,00261

Il est à remarquer que cette analyse ne diffère

de la composition de l'albite que par la petite quantité de potasse que la substance renferme. Comme d'ailleurs la matière analysée par M. Gmelin n'était pas cristallisée, il m'a paru intéressant de répéter l'analyse de la périkline sur des échantillons bien cristallisés du Saint-Gothard que M. G. Rose m'a remis. L'analyse a été faite dans le laboratoire de M. H. Rose, elle m'a donné :

Silice.	0,6900
Alumine.	0,1943
Soude.	0,1147
Chaux.	0,0020
	1,0010

La potasse a été recherchée avec les soins les plus minutieux, sans que l'on ait pu en découvrir de traces. Il est évident d'après cela que la périkline cristallisée ne diffère en rien dans sa composition de l'albite, et il me paraît très-probable, que la substance analysée par M. Gmelin renfermait un peu de feldspath mélangé.

---

26. *Analyse* DU GURHOFIAN ; par M. Holger. (J. d'Erdmann, t. X, p. 446.)

Ce minéral est mal nommé, car il ne se trouve pas dans la localité appelée le Gurhof, mais jusqu'ici seulement dans les environs d'Ansbach. Klaproth qui l'a analysé l'a trouvé composé de :

Carbonate de chaux.	0,705
— de magnésie.	0,295

et l'a placé à côté de la dolomie, dont la composition est :

Carbonate de chaux.	0,537
— de magnésie.	0,454

J'ai trouvé dans le Gurhofian :

Carbonate de chaux	0,539
— de magnésie	0,415
Alumine.	0,035
Silice.	0,009
	99,8

Ce minéral est par conséquent complétement identique avec la dolomie. Mes observations me portent à considérer cette substance comme le résultat de la décomposition de la serpentine par des agents extérieurs, et à cause de cela, je propose de lui donner le nom de *Dolomie de la Serpentine.*

---

27. *Analyse d'un* LAITIER CRISTALLISÉ *du pays de Galles*; par M. P. Berthier.

Ce laitier vient des hauts-fourneaux de l'usine de Plymouth from Wicks, près Mertyr-Tiedwil. Il ne se produit pas habituellement, mais on le trouve de temps à autre au centre de masses vitreuses, et le plus ordinairement dans les masses de laitier que l'on fait sortir du creuset avec les ringards. On l'observe surtout quand le fourneau produit la fonte la plus recherchée pour l'affinage. Cette fonte est truitée et en se fondant elle prend une grande liquidité. Le fourneau marche à l'air froid, et il est alimenté par du fer carbonaté des houillères, et du coke.

Le laitier cristallisé de Plymouth est compacte, parfaitement homogène, pierreux, à cassure écailleuse ou lamellaire dans toute sa masse, de couleur blonde ou olivâtre pâle et opaque. Mais dans les parties où il a pu se former des cavités, on y remarque des cristaux parfaitement nets. Ces

cristaux sont des prismes carrés ou à huit pans réguliers, tronqués nets, et de un à deux millimètres de côté. Ils sont transparents, très-éclatants et de même couleur que toute la masse. Leurs arêtes sont très-vives.

Ce laitier est très-aisément attaquable par l'acide muriatique, et il ne donne lieu qu'à un très-faible dégagement de gaz hydrogène sulfuré. Il contient :

Silice.	0,043	oxygène 209	3
Alumine.	0,140	65	1
Chaux.	0,350	98	2
Magnésie.	0,057	22	
Protoxide de fer	0,016	8	
Protoxide de manganèse.	0,019		
	0,985		

Composition qui se rapproche beaucoup de celle qui est exprimée par la formule AS + 2 (C, M*g*, *mn*, *f*) S appartenant à l'idocrase. La proportion de silice est seulement un peu trop forte, mais il se peut qu'elle ait retenu une petite quantité de laitier non attaquée.

J'ai déjà mentionné dans le traité des essais par la voie sèche (t. II, p. 282) un laitier cristallisé en prismes octogonaux provenant du même fourneau. Mais ces cristaux n'étaient pas nets et se trouvaient comme enduits d'une matière compacte qui arrondissait toutes leurs arêtes; aussi leur composition ne s'exprime-t-elle pas nettement par une formule.

On voit par ces deux exemples quelle tendance a à se produire le composé représenté par l'idocrase, et avec quelle facilité ce composé se sépare par cristallisation des masses au milieu desquelles il se forme.

---

28. *Analyse de l'*AGALMATHOLITE; par M. Holger. (J. d'Erdmann t. X, p. 446.)

L'analyse de l'agalmatholite par M. Lychnell, avait conduit à considérer ce minéral comme un silicate d'alumine $\ddot{A}l\,\dddot{S}i^3$; mais cette substance présente tous les caractères physiques des matières magnésiennes, ce qui m'a fait soupçonner que l'analyse de M. Lychnell n'était pas exacte.

L'échantillon que j'ai analysé était une agalmatholite de la Chine sur l'origine de laquelle il ne pouvait y avoir aucun doute. Deux analyses m'ont donné :

	I	II
Silice	0,612	0,610
Alumine	0,044	0,050
Chaux	0,028	0,030
Magnésie	0,264	0,254
Protoxide de fer	0 042	4,02
— de manganèse	0,008	0,009
	0,998	0,995

Ou en ne prenant que les parties essentielles :

Silice	0,669
Magnésie	0,277
Alumine	0,054
	1,000

Pour laquelle je propose la formule $12\,\dddot{S}i\,Mg + \dddot{S}i^3\,\ddot{A}l$.

---

29. *Analyse d'un* SOUS-SULFATE D'ALUMINE du Huelgoëth; par M. P. Berthier.

Cette substance remplit presque toutes les cavités que l'on observe sur les parois du filon dans les galeries d'exploitation de la mine du Huelgoëth ;

elle est d'un blanc d'ivoire, visqueuse, gluante, et elle adhère fortement aux corps. On dit qu'elle renferme çà et là des nodules de *sulfato-carbonate de plomb*. On l'avait prise pour de la silice.

Après qu'elle a été bien desséchée au soleil, elle perd 0,55 d'eau et d'acide sulfurique par calcination, et elle laisse un résidu pulvérulent qui est parfaitement blanc. Elle se dissout immédiatement dans l'acide muriatique, en laissant 0,035 de silice gélatineuse. Elle a donné à l'analyse :

Alumine.	0,415	oxygène 194	2
Acide sulfurique.	0,129	77	} 1
Silice.	0.035	18	}
Eau.	0,421	374	4
	1,000		

Ce qui conduit à la formule $A^2(Su, Si) + 4Aq$; mais comme ce minéral renferme évidemment le sulfate et le silicate d'alumine à l'état de mélange, on doit admettre qu'il est essentiellement composé du sous-sulfate

$$A^2Su + 4Aq = A^2Su + 12H.$$

Ce sel est très-basique, puisqu'il renferme six fois autant d'alumine que le sel neutre.

On ne connaît pas les circonstances de sa formation. Il paraît que l'on observe fréquemment de l'alun de plume sur les parois des galeries.

---

30. *Nouvelle variété d'*Alun; par M. J. Apjhon. (Phil. mag., t. XII, p. 103.)

Ce minéral se trouve en couches de 20 pieds d'épaisseur environ, près de la baie de Lagoa, à 600 milles au nord-est du cap de Bonne-Espérance. Il est fibreux, d'un bel éclat lustré, ressem-

blant beaucoup à l'amianthe par son aspect Il correspond à l'alun ordinaire par le goût et la solubilité. Il contient :

Acide sulfurique.	0,3279
Alumine.	0,1065
Oxide de manganèse.	0,0733
Sulfate de magnésie.	0,0108
Eau.	0,4815
	1,0000

Ce qui correspond à la formule $3SO^3, Al^2O^3 + SO^3 MnO + 26 H^2O$.

---

31. *Analyse d'une* ALLOPHANE ; par M. Schrotter. (J. d'Erdmann, t. XI, p. 380.)

Ce minéral vient de la montagne le Dollingerberg, auprès de Freienstein, dans la Steiermack. Il se trouve en petits rognons entre le calcaire primitif et le schiste argileux. C'est une substance amorphe à cassure conchoïde, à éclat vitreux, d'une belle couleur verte ou brune, transparente sur les bords. Sa raclure est blanche ; sa dureté varie de 3 à 3, 5 ; sa densité est comprise entre 1,985 et 2,015.

Chauffée dans un tube, elle abandonne beaucoup d'eau, devient blanche et opaque. Elle ne fond pas au chalumeau sans addition ; mais avec le carbonate de soude elle forme une perle opaque ; et avec le sel de phosphore, au contraire, une perle vitreuse. Elle bleuit avec le sel de cobalt.

L'acide hydrochlorique la dissout facilement, en laissant un résidu d'acide silicique ; l'analyse m'a donné :

Eau.	0,36200	0,35504
Silice.	0,11950	0,11935
Alumine	0,46300	0,46284
Peroxide de fer.	0,02950	0,02656
Chaux.	0,01298	0,01029
Acide sulfurique.	0,00780	0,00482
Oxide de cuivre.	0,00250	0,00250
	0,99728	0,98140

Ce qui conduit à la formule :

$$\dddot{Al}^4 \dot{\dot{Si}} + 18\dot{H}$$

---

32. *Sur une* HALLOYSITE *de Silésie*; par M. F. Glocker. (J. d'Erdmann, t. XII, p. 173.)

Cette halloysite a été trouvée auprès de Miechowitz dans la haute Silésie ; elle offre des caractères tellement semblables à ceux de l'halloysite de Liége qu'il ne peut rester aucun doute sur l'identité de ces deux substances. L'halloysite de Silésie se présente sous deux aspects différents; sous la forme de masses concrétionnées à cassure conchoïde, un peu translucides, et en masses complétement opaques et terreuses. La densité de la première espèce varie entre 1,97 et 2,01. La variété translucide devient à la longue opaque au contact de l'air, ce qui fait supposer que la variété opaque n'est autre chose qu'un produit d'altération de la variété translucide.

L'analyse a donné :

Silice.	0,4025
Alumine.	0,3500
Eau.	0,2425
Magnésie.	0,0025
Oxide de manganèse. . . .	traces
Perte	0,0025
	1,0000

M. Berthier a trouvé dans l'halloysite de Liége :

Silice	0,393
Alumine	0,340
Eau	0,265
	0,998

33. *Sur la densité des* ARGILES CUITES *à diverses températures*; par M. A. Laurent. (Ann. de Chim., t. 66, p. 96.)

Un morceau de kaolin moulé, après en avoir séparé le sable par la lévigation, ayant été successivement chauffé à diverses températures, en prenant chaque jour la densité d'une portion de ce morceau réduit en poudre, j'ai obtenu les résultats suivants :

A 100° : densité	2,47
A 150	2,53
A 300	2,60
Au rouge sombre	2,70
Au rouge vif	2,64
A une température un peu inférieure à celle des essais de fer	2,50
A la température des essais de fer	2,48

Au rouge le morceau a perdu 0,1034 de son poids, et sa longueur a diminué de 0,013. Jusqu'à cette température, le volume et le poids ont diminué continuellement depuis le commencement jusqu'à la fin, et au contraire, la densité a augmenté. En chauffant plus fortement, il n'a plus rien perdu de son poids, mais sa longueur a diminué de 0,09 et sa densité à diminué en même temps.

Cet effet doit être attribué à une dilatation des particules dont se compose la masse, et qui s'étendent, quoique cette masse diminue, en expulsant l'air qui est interposé entre elles. Quant

à cette dilatation, on peut l'attribuer à la combinaison qui se fait peu à peu entre les molécules de silice et d'alumine qui ne sont que mélangées ou en partie combinées dans l'argile crue. Ce fait est assez conforme à l'expérience, qui prouve que presque toujours, quand deux corps se combinent le résultat de la combinaison a une densité plus faible que la densité moyenne des deux composants.

---

34. *Analyse d'une* TERRE VÉGÉTALE d'Ormesson, près Nemours (*Seine-et-Marne*); par M. P. Berthier.

En suivant la route de Nemours à Beaumont, on marche dans une plaine sablonneuse qui se trouve à peu près au niveau du banc de calcaire d'eau douce inférieur que l'on exploite pour pierres de taille à Nemours, au Fay, à Chateau-landon et à Nonville. Mais à trois quarts de lieue environ, on arrive au pied du coteau qui borde la vallée du Loing, et au haut de la montagne, on se trouve sur un grand plateau qui commence au village d'Ormesson et se continue jusqu'à Puiseaux sans interruption. Ce plateau, en général très-fertile, est cultivé en froment, etc. La terre qui le recouvre est argileuse, mais elle a peu de fond. Elle repose sur le calcaire d'eau douce supérieur qui, à Ormesson, et partout près de la vallée, n'a que quelques décimètres d'épaisseur, mais qui, vers Puiseaux, prend un grand développement et constitue çà et là des collines assez élevées.

La terre d'Ormesson qui a été l'objet de cette analyse, a été prise dans un champ planté en vignes,

et qui passe pour être de très-bonne qualité. Cette terre est d'un jaune d'ocre pâle. Elle fait pâte avec l'eau, mais en se desséchant à l'air elle se fendille et elle s'écrase alors sous une assez faible pression. Par la calcination elle s'agglomère sans prendre la consistance de la brique. Elle ne fait qu'une très-faible effervescence avec les acides. Elle a donné à l'analyse :

Sable quartzeux à grains moyens. .	0,150	0,565
Sable quartzeux très-fin.	0,415	
Silice combinée.	0,210	0,316
Alumine.	0,106	
Peroxide de fer.	0,044	
Carbonate de chaux.	0,005	
Eau et humus.	0,070	
	1,000	

La terre que l'on cultive auprès de Puiselet, à une lieue de là, sur le même plateau, a presque exactement la même composition.

La qualité d'une terre végétale dépend en partie de sa composition; mais plus encore des circonstances de sa situation, du climat sous l'influence duquel elle se trouve, et surtout de l'état physique de ses éléments constitutifs. Un sable quartzeux absolument pur peut être propre à la végétation, si le grain en est très-fin, si le sous-sol est de nature à retenir l'eau, si le climat est humide, etc. La condition essentielle d'une bonne terre végétale paraît être d'avoir la faculté d'absorber beaucoup d'eau; il est donc très-important, quand on soumet ces terres aux expériences du laboratoire, de rechercher la proportion exacte d'eau qu'elles prennent pour leur saturation. C'est ce que j'ai fait pour la terre d'Ormesson, et voulant en même temps avoir des

termes de comparaison, j'ai soumis aux mêmes essais un sable purement quartzeux naturel, un sable semblable réduit en poudre impalpable sous une meule, le kaolin décanté de Limoges tel qu'on l'emploie à la manufacture de porcelaine de Sèvres et la craie de Meudon. J'ai mis un poids déterminé de chacune de ces matières sur un filtre, je les ai entièrement imbibées d'eau, et j'en ai pris le poids aussitôt qu'elles se sont trouvées complétement égouttées, en mettant dans l'autre plateau de la balance un filtre de même poids et humecté. Enfin, pour vérification, j'ai pris un même poids de chacune des matières humectées et je les ai pesées de nouveau après les avoir fait sécher complétement à l'air. J'ai trouvé :

Que la terre d'Ormesson sèche absorbe 0,36 de son poids d'eau, et que par conséquent la même terre saturée d'eau en contient 0,265;

Que le sable quartzeux pur de Nemours, tel qu'on l'emploie dans la verrerie de Bagneaux, absorbe 0,227 d'eau, d'où il suit que le même sable humecté en contient 0,184.

Que le sable quartzeux d'Aumont broyé sous des meules pour servir à la couverte de la porcelaine de Sèvres en absorbe 0,30, d'où il suit que le même sable saturé d'eau en renferme 0,23;

Que le kaolin de Limoges décanté en absorbe 0,46, d'où il suit que quand il est saturé, il en contient 0,315.

Et enfin que la craie de Meudon, purifiée et amenée à l'état de *blanc d'Espagne*, en absorbe 0,35, d'où il suit qu'à l'état de saturation elle en contient 0,26, comme la terre d'Ormesson.

Ces résultats montrent, ainsi qu'il était facile de le prévoir, que la proportion d'eau absorbée augmente en général avec la ténuité des particules composantes.

Il y aurait encore à examiner, comme chose importante, la propriété de chacune des terres, de conserver plus ou moins longtemps l'eau qu'elles ont absorbée, ou de se dessécher plus ou moins promptement à l'air; mais je n'ai pas eu le loisir de m'occuper de cet objet.

On remarque que la terre d'Ormesson renferme près de la moitié de son poids de sable quartzeux. Ce sable est tout à fait identique avec le sable de la formation des grès, dont la terre est séparée par un banc de calcaire d'eau douce. On retrouve le même mélange de sable dans la terre végétale de toute la plaine de Puiseaux; on ne peut donc pas supposer qu'il soit accidentel et qu'il provienne du sable des grès. Il paraît d'après cela qu'il existe une seconde formation de sable plus nouvelle que celle du grès: cette seconde formation fait vraisemblablement partie essentielle du calcaire d'eau douce supérieur, et se confond peut-être avec les marnes que l'on observe au milieu de ce calcaire en un grand nombre d'endroits.

---

35. *Analyse de trois* TERRES VÉGÉTALES des environs de Saint-Germain-de-Laxis, près Melun (*dép. de Seine-et-Marne*); par M. P. Berthier.

La contrée de Saint-Germain passe pour être une des plus fertiles de la Brie. Elle est propre à toutes les cultures, principalement à celle des céréales, des prairies artificielles et des betteraves;

les arbres à fruit y viennent parfaitement bien, surtout les pommiers et les poiriers. Le sol labourable a de 4 à 7 décimètres d'épaisseur et repose sur la pierre meulière.

On distingue à Saint-Germain deux sortes de terres, l'une la terre commune, qui occupe les parties les plus élevées du plateau, et dans laquelle on récolte des céréales, et l'autre qui se trouve dans les bas-fonds et que l'on appelle *terre pourrie*, parce qu'elle est toujours humide. Celle-ci produit des prairies artificielles, des betteraves, du lin, etc.; comme elle a beaucoup de fond on y plante des peupliers, des saules, des frênes etc., qui poussent avec une très-grande rapidité. J'ai analysé deux échantillons de *terre commune* et un échantillon de *terre pourrie*.

La terre commune de Saint-Germain est d'un jaune d'ocre très-pâle, et tirant un peu sur le brun. Quand on l'imbibe d'eau elle prend de la consistance en se desséchant, mais on l'écrase aisément et elle n'acquiert pas assez de solidité par la cuisson pour que l'on puisse en faire des briques. La terre de première qualité sèche absorbe 0,47 de son poids d'eau; quand elle en est saturée, elle en contient par conséquent 0,32. La terre de seconde qualité en absorbe 0,33 et en contient alors par conséquent 0,25.

Lorsque l'on soumet ces terres directement à la lévigation, on ne peut en extraire que 0,10 à 0,15 de sable pur. Ce sable est grossier, mais il présente rarement des grains plus gros que des petits pois; il se compose presqu'uniquement de fragments de quartz hyalin, tout-à-fait différents des grains de quartz de la formation du grès. Lorsqu'on traite ces terres préalablement par l'acide

muriatique bouillant, on peut en extraire une beaucoup plus grande proportion de sable en les lévigeant ; mais ce sable est très-fin et il en reste toujours une proportion considérable mêlée avec l'argile que l'eau tient en suspension. L'analyse a donné :

	Prem. qualité.		deux. qualité.	
Sable quartzeux lévigé. . .	0,140	0 665	0.100	773
Sable quartzeux très-fin. .	0,525		0,673	
Silice combinée.	0,140	0,210	0,100	0,150
Alumine.	0,070		0,050	
Peroxide de fer.	0,045		0,036	
Carbonate de chaux. . . .	0,020		0,005	
Eau et matières organiques.	0,060		0,036	
	1,000		1,000	

La première terre, fondue avec cinq parties de litharge, produit 0,34 de plomb, équivalant à 0,010 de charbon, ce qui doit représenter environ 0,025 de matières organiques. La seconde terre ne renferme qu'une proportion inappréciable de ces matières.

On peut remarquer que la terre de Saint-Germain de première qualité, diffère très-peu par sa composition de la terre d'Ormesson, et que cette dernière se distingue même par une plus forte proportion d'argile. Cependant il paraît que la terre de Saint-Germain est beaucoup plus fertile que celle d'Ormesson; il est probable que la profondeur du sol, qui est beaucoup plus grande dans le premier lieu que dans le second, a de l'influence sur cette différence de fertilité : mais je crois néanmoins qu'elle dépend principalement de l'état plus ou moins ténu du sable quartzeux dont les terres sont mêlées. Le sable de la terre de Saint-Germain est évidemment plus fin que le sable de la terre

d'Ormesson ; aussi voit-on que celle-ci absorbe une proportion d'eau beaucoup moindre que la première. La faculté d'absorber beaucoup d'eau me paraît être la principale cause de la fécondité des terres végétales. Il est très-facile de déterminer par une expérience directe la proportion d'eau absorbée. Mais si l'on voulait chercher à établir une relation entre cette proportion et la composition de différentes terres, il faudrait d'abord trouver un moyen prompt et commode d'apprécier la grosseur relative de grains de sables qui sont trop fins pour qu'on puisse les recueillir sur un tamis de soie.

La terre dite *terre pourrie* de Saint-Germain est d'un brun assez foncé, et elle doit cette coloration à la présence d'une assez forte proportion de matières organiques. Elle peut absorber la moitié de son poids d'eau au moins, d'où il suit qu'à l'état de saturation elle en contient plus de 0,33. Quand on la dessèche ensuite à une douce chaleur, elle exhale une odeur de fumier très-forte, et elle forme une masse agglomérée, mais qui s'écrase sous une faible pression.

Par calcination en vase clos, elle devient noire; par grillage elle passe du noir au rouge de brique. Fondue avec cinq parties de litharge, elle produit 0,85 de plomb équivalant à 0,025 de charbon, qui doivent représenter environ 0,06 de matières organiques. Lorsqu'on la fait bouillir avec du carbonate de soude, la plus grande partie de ces matières se dissout et l'on obtient une liqueur brune. Cette liqueur donne par les acides un précipité brun qui doit être de l'acide apocrénique, mais elle ne se décolore pas complétement, ce qui prouve qu'elle retient de l'acide crénique en dissolution. L'analyse donne :

Sable quartzeux lévigé.	0,060	0,398
Sable quartzeux extrêmement fin. . .	0,338	
Silice combinée.	0,296	0,444
Alumine.	0,148	
Peroxide de fer.	0,047	
Carbonate de chaux.	0,015	
Matières organiques.	0,060	
Eau.	0,036	
	1,000	

Les terres de Saint-Germain ont à la fois la propriété d'absorber beaucoup d'eau et d'être meubles, et facilement perméables aux racines, ce qui explique leur grande fécondité. La terre pourrie est riche en humus, et comme d'ailleurs elle renferme une forte proportion d'argile, elle doit ne se dessécher que fort lentement.

---

36. *Examen chimique du* TERREAU NOIR (Tschornasems), des contrées méridionales de la Russie; par R. Hermann. (Jour. d'Erdm. t. 12, p. 277.)

Ce terreau constitue dans le midi de la Russie une véritable formation géologique. La partie méridionale de la Russie d'Europe, depuis le gouvernement de Räsan jusqu'au Caucase en est en grande partie couverte. Cette couche s'étend vers l'ouest jusqu'à la Hongrie, et du côté de l'est ses limites nous sont encore complétement inconnues. On voit facilement qu'elle a été formée en place. Son épaisseur varie de 1 à 3 pieds; dans quelques endroits cependant, elle devient plus considérable.

Le terreau de Russie est composé de débris encore intacts de végétaux mélangés de tous les produits auxquels donne lieu leur décomposition

spontanée, et enfin de terre et d'argile; en un mot, c'est une espèce de tourbe, avec cette différence cependant que la tourbe s'est toujours formée sous l'eau, tandis que le terreau s'est produit à l'air.

Le terreau de Russie est extrêmement fertile, mais on en distingue sous ce rapport plusieurs variétés. Le plus fertile est le terreau vierge, celui qui n'a pas encore servi à la culture, celle ci l'appauvrit assez rapidement sans que l'on aperçoive aucune différence à l'aspect. Aussi dans les contrées qui ne sont pas très-habitées, le même sol n'est pas cultivé un grand nombre d'années de suite; aussitôt que le paysan s'aperçoit que sa terre s'appauvrit il l'abandonne et va en chercher une autre. Quant celle-ci perd à son tour sa fertilité, il retourne à celle qu'il avait délaissée, et qui, par ce repos, a repris ses premièresqualités. Dans les contrées peu peuplées on suit le système des jachères.

J'ai fait quelques recherches sur le terreau de Russie, d'abord sur la nature des produits qui entrent dans sa composition, et ensuite sur la proportion de ces produits.

Le terreau n'abandonne à l'eau qu'une quantité insignifiante de matière; chauffé avec une dissolution de carbonate de soude, il a produit une liqueur brune, qui, sursaturée par un acide, a donné un dépôt brun abondant. J'ai trouvé ce dépôt brun composé de la manière suivante :

Carbone. . .	0,5783
Hydrogène. .	0,0534
Azote.. . . .	0,1369
Oxygène. . .	0,2314
	1,0000

La liqueur séparée du précipité a été mélangée

avec du sulfate de cuivre, puis saturée d'ammoniaque. Il s'est formé un dépôt verdâtre, dont les premières parties ont présenté les caractères du crénate de cuivre, et les dernières ceux du sous-sulfate de cuivre. La dissolution renfermait encore après cela une matière organique qui noircissait par l'évaporation, je lui donnerai le nom d'extrait de terreau.

La composition, que je viens de donner pour le dépôt brun enlevé au terreau par le carbonate de soude, l'éloigne complétement de l'acide ulmique. J'ai cherché alors à préparer cet acide, en suivant le procédé que Strengel a donné pour extraire l'acide ulmique de la tourbe. Ce procédé consiste à épuiser d'abord la substance par l'acide hydrochlorique; à la traiter ensuite par une dissolution de carbonate de soude, et enfin à précipiter la dissolution par un acide. Cet essai fait sur un terreau du gouvernement de Räsau, m'a donné une matière présentant la composition suivante :

Carbone. . .	0,6190
Hydrogène. .	0,0431
Azote. . . .	0,1105
Oxygène. . .	0,2274
	1,0000

J'ai reconnu, au reste, que ces dépôts sont formés par un mélange des acides ulmiques, créniques et apocréniques. Quant au résidu du terreau traité successivement par les acides et par les alcalis, il a été trouvé composé de matières terreuses, de débris de végétaux et d'ulmin.

Cette analyse qualitative montre que le terreau de Russie est composé de :

Ulmin.
Acide ulmique.
Acide crénique.
Acide apocrénique.
Extrait de terreau.

Pour déterminer la proportion de ces différentes matières, j'ai été obligé de me livrer à plusieurs recherches préliminaires. Ces recherches ont eu pour but de déterminer la composition des acides crénique et apocrénique qui n'avaient pas encore été analysés.

M. Berzélius a trouvé pour le poids atomique de l'acide apocrénique le nombre 1693. Mes analyses lui donnent la composition suivante :

			Calculé.	Trouvé.
14	at. carbone.	1070,1	0,6211	0.6257
14	hydrogène. . . .	87,3	0,0507	0,0180
3	oxygène.	300,0	0,1751	0,4763
3	azote	265,5	0,1541	0,1500
		1722,9	1,0000	1,0000

Le poids atomique de l'acide crénique a été trouvé par M. Berzélius, 1333,4. J'ai trouvé pour sa composition :

			Calculé.	Trouvé.
7	at. carbone.	535,0	0,4043	0,4024
16	hydrogène.	99,8	0,0754	0,0769
6	oxygène	600,0	0,4534	0,4457
1	azote.	88,5	0,0669	0,0750
		1323,3	1,0000	1,0000

La composition de ces acides étant maintenant bien établie, le calcul pourra nous servir à déterminer la proportion dans laquelle ils sont mélangés dans les précipités que nous avons obtenus avec le terreau de Russie.

Voici en quelques mots le procédé suivi pour

trouver la composition quantitative du terreau.

Une certaine quantité de matière séchée à 100° a été soumise au grillage, on en a déduit la quantité de matières fixes.

Une autre portion de matière séchée a été chauffée dans un courant d'oxygène ; l'acide carbonique a été recueilli et mesuré.

Une troisième partie a été traitée par l'acide hydrochlorique ; la dissolution renfermait de l'oxide de fer, de l'alumine, de la chaux, de la magnésie, de l'acide phosphorique, de l'acide crénique et de l'extrait de terreau. Cette dissolution a été évaporée et le résidu chauffé au milieu d'un courant d'oxygène. De la quantité d'acide carbonique obtenue, j'ai déduit la quantité de matière organique.

Le résidu du traitement par l'acide hydrochlorique se compose d'acide apocrénique, d'acide ulmique, d'ulmin, de débris de végétaux et de sable. En le traitant par une dissolution de carbonate de soude, on dissout les acides apocrénique et ulmique et un peu d'acide silicique. La dissolution alcaline est décomposée par un acide, et son dépôt analysé pour azote. D'après la quantité d'azote obtenu, on calcule la proportion d'acides apocrénique et ulmique. Quant à l'analyse des matières fixes, on l'exécute en suivant les procédés ordinaires.

J'ai soumis à ce mode d'analyse trois espèces de terreaux du gouvernement de Räzan, provenant toutes trois du domaine du prince Gagarin :

1° Le terreau vierge;

2° Le terreau appauvri par une culture de plusieurs années, de ce dernier terreau j'ai analysé :

N° 2. *a* — la partie supérieure de la couche.
N° 2. *b* — la partie inférieure qui n'avait pas été entamée par la charrue.

Voici le résultat de l'analyse de ces trois espèces :

	Sable.	0,5184	0,5338	0,5272
Argile.	Silice.	0,1780	0,1776	0,1865
Argile.	Alumine.	0,0890	0,0840	0,0885
Argile.	Oxide de fer.	0,0547	0,0566	0,0533
Argile.	Chaux.	0,0087	0,0093	0,0113
Argile.	Magnésie.	0,0000	0,0077	0,0067
Argile.	Eau.	0,0403	0,0375	0,0404
	Acide phosphorique.	0,0046	0,0046	0,0046
	Acide crénique. . . .	0,0212	0,0167	0,0256
	Acide apocrénique. .	0,0177	0,0234	0,0187
	— ulmique. . . .	0,0177	0,0078	0,0187
	Extrait de terreau. .	0,0310	0,0220	0,0000
	Débris de végétaux et ulmin.	0,0166	0,0166	0,0166
		0,9984	0,9976	0,9981

Les résultats principaux de mon travail sont les suivants :

Le terreau renferme, outre les principes organiques déjà connus, les acides crénique et apocrénique.

Celui qui a déjà subi plusieurs cultures renferme moins de matières organiques que le terreau vierge. La matière organique qui disparaît principalement est l'extrait de terreau, cet extrait ne se trouve plus dans les parties inférieures du sol.

37. *Description de l'*Edwardsite; par M. Shepard. (Amer. journ. t. 32.)

On a trouvé ce minéral disséminé en petits cristaux au milieu de la bucholsite dans le gneiss, à

Norwich (Connecticut), et on lui a donné le nom de M. Edwards gouverneur du pays.

Il ressemble au zircon. Sa couleur est le rouge hyacinthe; il est transparent ou translucide; son éclat est vitreux, un peu adamantin. Sa dureté est 4,5 et sa pesanteur spécifique 4,2 à 4,6. Sa forme primitive est un prisme rhomboïdal de 95°, à base oblique sur l'arête obtuse; le clivage parallèle aux bases est quelquefois net et le plus souvent inégal; il est très-net dans la direction des grandes diagonales.

Au chalumeau, sans addition, l'erdwardsite devient gris de perle, mêlé d'une teinte jaune, et se fond difficilement sur les bords en un verre transparent; une petite quantité placée sur la feuille de platine et humectée d'acide sulfurique colore la flamme du chalumeau en vert.

L'acide muriatique ne l'attaque que faiblement. Pour l'analyser, je l'ai chauffée dans un creuset de platine à la chaleur blanche, avec quatre à cinq fois son poids de carbonate de soude. J'y ai trouvé:

Protoxide de cerium..	0,5653
Acide phosphorique	0,2666
Zircone.	0,0777
Alumine.	0,0444
Silice.	0,0333
	0,9873

L'acide phosphorique et le protoxide de cerium y sont presqu'exactement dans le rapport de 1 at. pour 1 $\frac{1}{2}$ at.; l'edwardsite est donc un phosphate sesquibasique de cerium. On ne peut rien décider sur le rôle qu'y jouent les autres substances.

38. *Sur la composition des* FONTES *d'Écosse obtenues soit à l'air froid, soit à l'air chaud ;* par M. Thomson. (Communiqué à l'Association britannique en septembre 1839.)

Le minerai que l'on traite dans les hauts-fourneaux des usines de Glascow est extrait du terrain houiller et renferme de 0,85 à 29 de carbonate de fer.

Lorsque ces hauts-fourneaux ont été établis, il y a environ quarante ans, pour obtenir une tonne de fonte, on consommait 10 tonnes de houille que l'on réduisait préalablement en coke. Plus tard, divers perfectionnements permirent de réduire cette consommation à 7 tonnes 13 livres avoir du poids, et la consommation de la castine fut de 10 tonnes $\frac{1}{2}$. Depuis l'introduction de l'air chaud on ne consomme plus que 2 tonnes 10 livres de houille non carbonisée et 7 de castine, et la production journalière est plus que doublée. L'avantage qui résulte de l'emploi de l'air chaud tient à ce que son oxygène est complétement absorbé par le charbon, tandis qu'il n'en est pas de même avec l'air froid, d'où résulte une plus grande élévation de température avec l'air chaud qu'avec l'air froid. De là l'économie de castine, et la plus grande proportion de fer dans un temps donné.

La pesanteur spécifique de la fonte obtenue à l'air froid est moyennement de 6,7034, et celle obtenue à l'air chaud de 7,0623.

Six échantillons de fonte obtenue à l'air froid, provenant de différentes usines, ont donné les résultats suivants à l'analyse :

	Muirkikr.			Pyrites.	Carron.	Clyde.
Fer.	90,98	90,29	91,38	89,44	94,01	90,82
Cuivre.	»	»	»	0,29	»	»
Manganèse. . .	»	7,14	2,00	»	0,62	2,46
Soufre.	»	»	»	»	»	0.04
Carbone. . . .	7,40	1,61	4,88	3,60	3,08	2,46
Silicium. . . .	0,46	0,83	1,10	3,22	1,01	0,45
Aluminium. .	0,48	0,01	»	3,77	1,02	4,60
Calcium. . . .	»	0,02	0,20	»	»	»
Magnesium. .	»	»	»	»	»	0,34
	99,32	99,90	99,56	100,12	99,74	101,17

Six échantillons de fonte n° 1, obtenue à l'air chaud, ont donné à l'analyse :

	Clyde.	Carron.	Carron.	Clyde.	Clyde.	Mean.
Fer.	97,10	95,42	96,09	94,34	94,97	95,58
Manganèse. . .	0,33	0,34	0,41	3,12	0,16	0,87
Carbone. . . .	2,46	2,40	2,48	1,47	1,56	2,10
Silicium. . . .	0,28	1,82	1,49	0,52	1,32	1,09
Aluminium. .	0,38	0,49	0,26	0,60	1,37	0,42
Magnesium. .	»	»	»	»	0,79	»
	100,55	100,47	100,73	100,05	100,17	100,06

Ces analyses font voir qu'en général la fonte obtenue à l'air chaud renferme moitié moins de matières étrangères, que celle qui a été préparée à l'air froid.

Le fer, provenant de la fonte préparée à l'air froid, offre à une pression transversale un peu plus de résistance que celui qui est préparé avec la fonte obtenue à l'air chaud, dans le rapport de 1000 à 977,6; tandis que pour une traction longitudinale le rapport de résistance est de 1000 à 1039, c'est-à-dire inverse. La diminution de force qu'éprouve

le fer par l'échauffement est beaucoup plus considérable pour le fer préparé à l'air froid que pour l'autre : la force du premier en passant de la température de la glace à celle où il commence à devenir rouge est diminuée dans le rapport de 950 à 723, tandis que celle du second, dans les mêmes circonstances, ne diminue que dans le rapport de 917 à 820.

---

39. *Analyse d'une incrustation attachée à une* ANCRE DE FER, *trouvée dans la Seine à Paris*; par M. P. Berthier.

Le 15 juin de l'année dernière, MM. Neveux frères, marchands de bois de bateaux, en pêchant dans la Seine vis-à-vis l'entrepôt des douanes du Gros-Caillou, ont trouvé et retiré du fond de la rivière une ancre de marine, dans un état très-avancé d'oxidation et enveloppée d'un conglomérat solide de graviers, de fragments de poteries, d'os et de morceaux de bois altérés. Cette ancre est longue de plus de 2^{m}, et ne pèse pas moins de 200^{k}. M. Jal, chef de la section historique au ministère de la marine, pense qu'elle pourrait être du XVme siècle, mais que ses proportions satisfont complétement à la formule de fabrication des ancres françaises du XVIme siècle, et que dans tous les cas rien n'autorise à la croire plus ancienne que 1400.

La croûte pierreuse qui enveloppe cette ancre se compose de cailloux de toutes sortes, plus ou moins gros, de fragments d'os et de grains de sable, le tout agglutiné par un ciment calcaire coloré en gris peu foncé. Cette croûte se détache aisément par le choc de la partie de l'ancre non encore altérée. Vers l'une des extrémités de l'ancre, il

paraît qu'il s'est trouvé un morceau de bois en contact avec le fer. Ce bois a conservé une texture ligneuse assez reconnaissable, mais il a été profondément altéré. Il avait l'âspect d'une masse homogène, d'un gris foncé, à cassure mate et il était très-fortement magnétique. Par calcination et grillage, il a perdu 0,375 de son poids, et il a exhalé une odeur très-sensible d'acide sulfureux. L'acide acétique lui a enlevé 0,65 de carbonate de chaux pur. L'acide muriatique l'a dissous presqu'en totalité, avec dégagement de gaz hydrogène sulfuré. Le résidu se composait de parcelles de ligneux non altéré, mêlé d'une petite quantité de persulfure de fer. L'analyse a donné :

Carbonate de chaux	0,65
Protosulfure de fer	0,18
Persulfure de fer	0,07
Matière ligneuse	0,10
	1,00

Le fer doit y être pour la plus grande partie à l état de pyrite magnétique, et pour une certaine proportion à l'état de persulfure.

La pâte grisâtre des croûtes est colorée aussi par du sulfure de fer.

La production du sulfure de fer à la surface de l'ancre trouvée dans la Seine, au contact d'un morceau de bois, n'a rien qui puisse surprendre depuis que l'on sait que les sulfates en dissolution se convertissent peu à peu en sulfures en présence des matières organiques. En effet, comme l'eau de la Seine renferme du sulfate de chaux, on conçoit sans difficulté qu'au contact du bois et du fer, ce sel a pu produire du sulfure de fer et du carbonate de chaux. L'acide carbonique dis-

sous dans l'eau a dû avoir aussi quelqu'influence sur le résultat de cette réduction, et il est probable que c'est à sa présence qu'est due la formation d'une certaine quantité de persulfure de fer. Quoi qu'il en soit, ces phénomènes de décomposition ne se sont manifestés qu'avec une extrême lenteur, puisqu'après trois siècles d'immersion la masse sulfureuse renfermait encore de la matière ligneuse non altérée.

---

40. *Essai d'un* MINERAI DE FER *mêlé de matière organique des environs de Douai* (*Nord*); par M. P. Berthier.

Ce minerai a l'aspect d'un hydrate de fer ordinaire; il est en partie compacte, à cassure luisante d'un brun foncé, et en partie terreux d'un jaune d'ocre; mais il s'en distingue par la manière dont il se comporte au feu.

Par calcination à la chaleur blanche, il perd 0,288 de son poids, et il se prend en masse à demi fondue, très-magnétique et semblable à une scorie de forge.

Lorsqu'on le chauffe dans une cornue de verre, il se ramollit, devient très-magnétique et perd 0,25 de son poids, et il s'en dégage de l'eau et un peu d'hydrochlorate d'ammoniaque, sans aucune apparence de matière huileuse. Si après qu'on lui a fait subir cette opération, on le traite par l'acide muriatique, on trouve dans le résidu 0,024 de charbon.

Quand on broye le minerai intact avec de la potasse humide il s'en dégage une quantité très-notable d'ammoniaque. Si on le fait bouillir dans une dissolution alcaline, celle-ci se colore en jaune

brun et donne avec les acides un précipité brun, mais sans se décolorer entièrement. La matière organique que renferme ce minerai est donc azotée, et soluble en partie dans les alcalis et en partie dans les acides : elle ne se dissout pas dans l'éther.

Le résidu du traitement immédiat du minerai par l'acide muriatique est gélatineux et brun : desséché, il pèse 0,09, et par calcination il devient blanc et se réduit à 0,073. Il se compose alors de 0,040 de quartz et de 0,033 de silice gélatineuse.

20g.	Minerai cru = minerai calciné. . .			gr. 14,24
1,1	Carbonate de chaux = chaux. . . .			0,62
				14,86
	ont donné à l'essai : fonte.	9,10	total. .	11,55
	scorie.	2,45		
	Chaux ajoutée.	0,62	Oxygène.	3,31
	Matières vitrifiables.	1,83 = 0,092		

La fonte était blanche, cassante et à cassure presqu'unie. La scorie était vitreuse, transparente et incolore.

Si après la calcination l'oxide de fer fût resté dans le minerai à l'état de peroxide, la perte dans l'essai eût été d'environ 4gr = 0,200 au lieu de 3gr,31 = 0,166 ; la différence, 0,034, représente l'oxygène qui a servi à brûler les matières organiques. Il suit de là que la proportion de ces matières doit être d'environ 0,10 à 0,11.

Le minerai contient aussi une très-petite quantité de protoxide de fer en combinaison avec de la silice et avec de l'eau.

41. *Sur un nouveau* SOUS-SULFATE DE FER, *trouvé à Ronchamp* ; par M. Ebelmen, A. ingénieur des mines.

Les eaux des anciens travaux de la mine de houille de Ronchamp, qui filtrent à travers un barrage destiné à les retenir, déposent journellement à l'extérieur une matière stalactiforme, composée de petits globules à couches concentriques dont le centre est presque toujours rempli d'eau, de sorte qu'en écrasant la stalactite on n'a plus qu'une boue liquide. L'eau bouillante la décompose en partie, et devient acide. Avant de l'analyser, je l'ai lavée avec de l'eau froide qui ne lui a enlevé qu'une petite quantité de sulfate de chaux; puis je l'ai fait dessécher à une température longtemps soutenue de 60 à 70°, et enfin je l'ai dissoute dans l'acide muriatique. J'y ai trouvé :

Sous-sulfate de fer hydraté.	Acide sulfurique.	0,088	oxyg.	0,053 — 1
	Oxide de fer. . .	0,676		0,204 — 4
	Eau	0,226		0,202 — 4
Sulfate de chaux.		0,010		
Silice.		trace		
		1,000		

On tire de ces résultats la formule $F^4S + 4Aq$, qui se rapporte à une nouvelle espèce à placer à côté du sous-sulfate $F^2S + 2Aq$ analysé par M. Berzélius.

Je me suis d'ailleurs assuré que le sel de Ronchamp ne renferme ni alumine, ni acide arsenique.

42. *Analyse d'un* PHOSPHATO-SULFATE DE FER *du Huelgoëth*; par M. P. Berthier.

On trouve ce minéral déposé sur les poteaux des galeries d'exploitation de la mine du Huelgoëth, et il paraît qu'il se forme journellement. On l'a pris pour une résine, et il en a effectivement l'aspect. Il est compacte, d'un rouge brun et transparent, fragile et à cassure vitreuse. Ses caractères sont absolument les mêmes que ceux du minéral appelé *fer résinite* ou *arsenio-sulfate de fer*.

Par la calcination, il perd de l'eau et de l'acide sulfurique, et devient rouge et opaque, sans changer de forme et sans se ramollir aucunement. Il se dissout très-facilement, même à froid, dans l'acide muriatique, et sans laisser de résidu; mais après qu'il a été calciné, il ne se dissout dans cet acide qu'à la température de l'ébullition, et il laisse un faible résidu blanc-jaunâtre, qui est de l'acide antimonieux, coloré par de l'oxide de fer. Il est composé de :

Peroxide de fer.	0,385	oxygène 1182	— 2
Acide phosphorique. . . .	0,170	952 }	— 3
Acide sulfurique	0,138	828 }	
Eau.	0,302	2700	— 5
Acide antimonieux. . . .	0,005		
	1,000		

Ces nombres conduisent à la formule

$2(\overset{\cdots}{\overline{F}}\;\overset{\because\cdot}{\overline{P}} + 12Aq) + (\overset{\cdots}{\overline{F}}{}^2\overset{\cdots}{S}{}^3 + 6Aq)$ qui est semblable à celle de l'arsenio-sulfate. Ces deux minéraux ne diffèrent donc que par la présence de l'acide phosphorique dans l'un, et de l'acide arsenique dans l'autre.

Il se forme journellement aussi à la couronne des galeries de la mine du Huelgoëth des stalactites ferrugineuses qui ont la forme de masses botrioïdes caverneuses. Elles se composent essentiellement d'hydrate, car elles donnent à l'analyse :

Peroxide de fer.	0,78
Silice gélatineuse et sable . . .	0,06
Acide sulfurique.	0,01
Eau	0,15
	1,00

---

43. *Analyse d'un* ARSENIO-SULFURE DE FER (*arsenikkies*) *de la mine Felicitas, à Saint-Andreasberg*; par W. J. Jordan. (Journal d'Erdmann, tom. 10, pag. 436.)

Ce minéral se présente en petites parties cristallines, disséminées dans une roche quartzeuse, traversée par des filets calcaires. On en a trouvé une quantité assez considérable pendant les années 1830 et 1831. Chauffé au chalumeau sur un charbon, il donne des vapeurs d'arsenic et se change en une poudre d'un rouge brun ; chauffé dans un tube de verre, il se sublime d'abord du sulfure d'arsenic de nuance variable entre le jaune orangé et le brun foncé, et ensuite de l'arsenic métallique.

L'analyse a donné pour la composition de ce minéral :

Arsenic..	0,19906
Fer.	0,13195
Soufre.	0,03078
Argent.	0,00004
Quartz.	0,64000
	1,00183

Ce qui s'accorde bien avec la formule $FeS + Fe^2As^3$. Cette substance est trop pauvre pour qu'on puisse la traiter pour argent; elle ne pourrait servir que pour préparer certains produits d'arsenic.

---

44. *Analyse d'un* PÉRIDOT *trouvé dans un fourneau à Seveux (Haute-Saône)*; par M. Ebelmen, A. ingénieur des mines.

A l'entrée de la cheminée du four à puddler dont on s'est servi pendant quelque temps dans l'usine de Seveux, il s'est formé une matière cristallisée dont j'ai eu de beaux échantillons, et que j'ai pu analyser. Les cristaux sont très-nets, et ont jusqu'à 8 millimètres de longueur. Ils se rapportent à un prisme rhomboïdal droit surmonté d'un biseau sur les angles obtus de la base. L'angle du prisme est d'environ 70°, et l'angle d'une des faces du biseau avec la base est de 150°; ils présentent donc la forme dominante de la Jénite. Leur cassure est inégale et vitreuse; leur poussière est d'un gris olivâtre et non magnétique, à moins qu'il n'y ait mélange accidentel de particules de fer métallique, ce qui arrive quelquefois. Ils font facilement gelée avec les acides. Je les ai trouvés composés de :

Silice.	0,30	oxygène	0,156—1
Protoxide de fer.	0,69		0,157—1
	0,99		

D'où l'on tire la formule FS, qui se rapporte à un péridot à base de fer. A la vérité, la cristallisation est différente de celle du péridot, où la forme du prisme rectangulaire droit est toujours

dominante, mais le système cristallin est le même, et l'angle du prisme rhomboïdal ne diffère pas sensiblement de celui que font ensemble les deux plans diagonaux de la forme primitive.

---

45. *Analyse de la* NONTRONITE *trouvée aux environs d'Autun*; par M. Jacquelain. (Ann. de chim., t. 66, p. 101.)

La nontronite, dont il est ici question, se trouve près de Montmort, disséminée dans du granite en décomposition. Elle est amorphe, opaque, d'un jaune verdâtre passant au jaune serin. Elle a un aspect argileux, une cassure grenue très-compacte; elle se laisse rayer par l'ongle, et elle est onctueuse au toucher. La plupart des rognons sont pénétrés d'orthose cristallisée et altérée. J'y ai trouvé :

Silice.	0,4131	oxygène	21448—14 at.
Eau.	0,2863		16560—11
Peroxide de fer.	0,3569		10945— 7
Alumine.	0,0331		1543— 1
Oxide de cuivre.	0,0090		
Chaux.	0,0019		
Oxide de zinc. .	traces.		
	1,0003		

Composition qui s'exprime très-bien par la formule :

$$7(Fe\,Si + Aq) + (Al\,Si^{7} + 4Aq.)$$

M. Berthier a obtenu de la nontronite de Nontron :

Silice.	0,4400	oxygène	2301—28 at.
Eau.	0,1870		1662—20
Peroxide de fer. .	0,2900		889—11
Alumine.	0,0360		167— 2
Magnésie.	0,0210		81— 1
Argile.	0'0120		
	0,9860		

Composition qui peut s'exprimer par la formule simple 11 $Fe\,Si^{2} + 2\,Al\,Si^{2} + Sg\,Mi^{2} + 20\,Aq$.

On voit par là que les deux minéraux ne sont pas complétement identiques.

---

46. *Analyse d'une* NONTRONITE *provenant d'une mine de fer, près de Saint-Andreasberg au Hartz*; par M. Ed. Bieverd. (Journ. d'Erdmann, t. 11, pag. 163.)

Ce minéral n'avait pas encore été analysé et il a été confondu avec plusieurs substances qui ne présentent d'analogie avec lui que par leurs caractères extérieurs; j'ai reconnu qu'il était identique par sa composition avec la nontronite de Nontron, en France.

La nontronite d'Andreasberg se présente en masses amorphes, à cassure matte et esquilleuse, un peu translucides sur les bords, et prenant un certain éclat gras par le frottement. Sa dureté est très-faible, elle est à peine égale à 1, et on peut la couper au couteau. Sa couleur est un jaune plus ou moins verdâtre.

Chauffée sur un charbon dans la flamme réduisante, la nontronite décrépite d'abord, ne fond pas, devient jaune, puis brune, enfin noire, et après cette calcination elle est fortement magnétique. Elle se dissout dans le borax, et produit dans le feu de réduction une perle verte, et au feu d'oxidation au contraire, une perle d'un jaune pâle. La matière se dissout également dans le carbonate de soude avec effervescence à l'exception d'une petite quantité d'oxide de fer. Chauffée dans un tube de verre, elle donne beaucoup

d'eau qui n'exerce aucune réaction sur le tournesol. Ces essais montrent, ainsi que quelques expériences par voie humide, que la substance est essentiellement composée de peroxide de fer, de silice et d'eau. On s'est assuré qu'il n'y avait pas une trace de fer à l'état de protoxide.

L'analyse quantitative a donné :

Silice.	0,4110
Oxide de fer	0,3730
Eau.	0,2156
Chaux et oxide de manganèse.	traces.
	0,9996

Ces nombres donnent la composition d'un bisilicate de fer hydraté identique avec la nontronite, et dont la composition théorique serait :

Silice.	0,428
Peroxide de fer. .	0,363
Eau.	0,209
	1,000

---

47. *Sur deux* MINERAIS DE COBALT *des mines de Skutterude en Norwège*; par M. Th. Schurer. (Ann. de Pogg., t. 42, 546.)

Les minerais de cobalt cristallisés que l'on rencontre dans cette localité se distinguent facilement en trois espèces. La première est le *glanzcobalt* ordinaire, caractérisé par sa nuance rougeâtre et par sa forme cristalline, qui est toujours un dodécaèdre pentagonal. Les deux autres variétés n'ont pas cette nuance rouge et se distinguent aussi par leur forme.

La première variété a l'éclat du mispickel, elle présente aussi la même forme cristalline et sen-

siblement la même dureté. Sa densité est de 6,23. L'analyse m'a donné :

Soufre.. . . .	0,1757
Arsenic. . . .	0,4755
Fer.	0,2654
Cobalt. . . .	0,0831
	0,9997

La formule qui s'accorde le mieux avec ces résultats est la suivante $3\,(Fe\,S^2 + Fe\,As^2) + (Co\,S^2 + Co\,As^2)$, d'après laquelle on aurait

Soufre.. . . .	0,1976
Arsenic. . . .	0,4618
Fer.	0,2500
Cobalt. . . .	0,0906
	1,0000

La coïncidence des résultats serait même complète, si on admettait qu'un peu de cobalt est remplacé par du fer, et un peu de soufre par de l'arsenic.

La première idée qui me vint à l'esprit, fut que ce minéral n'était autre chose qu'un mispickel dans lequel une certaine quantité de fer avait été remplacée par du cobalt, et les analyses que j'ai faites des autres échantillons ont confirmé cette prévision.

Un quatrième échantillon non cristallisé, analysé seulement pour cobalt, m'en a donné 0,108 : enfin j'ai appris que dans le traitement en grand, on s'était aperçu que la richesse en cobalt de ce minerai était d'autant plus faible que les cristaux étaient plus développés. Je soumis alors à l'analyse le plus gros cristal que je pus me procurer et qui avait près d'un pouce de grosseur.

La moyenne de deux analyses concordantes m'a donné :

Fer.	0,2877
Cobalt. . .	0,0650

Ces analyses démontrent à l'évidence que le minéral doit être considéré comme un mispickel dans lequel le cobalt remplace une certaine quantité de fer.

La seconde espèce se distingue par un éclat d'argent très-prononcé ; sa densité est de 6,78. Sa composition est la suivante :

Arsenic. . . .	0,7784
Cobalt. . . .	0,2001
Soufre.	0,0069
Fer.	0,0151
Cuivre. . . .	traces.
	1,0005

qui donne la formule :

3	at. arsenic.. .	0,7926
1	cobalt. . .	0,2074
		1,0000

Je propose de donner à ce minéral le nom de *arsenickkobaltkies*, à cause de la grande quantité d'arsenic qu'il renferme.

---

48. *Analyse d'un* SPEISS ; par MM. J.-L. Jordan et W.-J. Jordan. (Journ. d'Erdmann, t. 10, pag. 421.)

Dans la suite des opérations métallurgiques auxquelles on soumet les minerais de plomb et de cuivre argentifères du Rammelsberg dans l'usine d'Ocker au Hartz, on obtient, à une certaine époque du traitement, une très-petite quantité d'un

speiss dont l'examen fait l'objet de cette notice.

Ce speiss présente une cassure grenue, et un éclat argentin; sa dureté est assez grande, il est rayé cependant par l'acier. Sa densité a été trouvée égale à 7,381.

L'analyse a donné pour la composition de cette substance :

Fer.	0,68032
Soufre.	0,07818
Nickel.	0,06518
Cuivre.	0,05682
Arsenic.	0,05048
Antimoine. . .	0,03355
Cobalt.	0,01672
Argent.	0,00003
Plomb.	0,00600
	0,98728

Le même speiss, soumis à un grillage prolongé, puis refondu dans un creuset brasqué, a donné un petit culot de plomb et un autre speiss dont la composition est la suivante :

Fer.	0,55570
Cuivre. . . .	0,19826
Arsenic. . . .	0,14820
Antimoine. .	0,02952
Nickel. . . .	0,02952
Cobalt. . . .	0,01903
Soufre. . . .	0,04870
Argent. . . .	0,00035
Plomb. . . .	traces
	0,99928

---

49. *Analyse du* KUPFERGLIMMER; par M. F. Borchers de Goslar. (Ann. de Poggend., t. 41, p. 335.)

La substance dont je donne ici une nouvelle ana-

lyse a déjà été examinée avec soin par MM. Hausmann et Stromeyer. Ce dernier chimiste l'a même soumise à une analyse qui lui a donné :

Protoxide de cuivre....	0,5050
Acide antimonieux.....	0,3705
Oxide de plomb......	0,0415
— d'argent........	0,0016
Silice avec alumine....	0,0158
Oxide de fer.........	0,0007
Perte.............	0'0659
	1,0000

Mais M. H. Rose m'a engagé à reprendre l'analyse de cette substance. M. Benecke de Goslar a eu la complaisance de m'en envoyer en lamelles à six faces extraordinairement minces. La couleur du kupferglimmer est d'un jaune tirant un peu sur le vert. Cette substance se sépare du cuivre pendant son affinage, elle se dépose principalement dans les cavités bulleuses. Les premières rosettes en sont plus riches que les dernières. On la sépare facilement du cuivre rosette qui en renferme une certaine quantité, il suffit pour cela de dissoudre le cuivre dans de l'acide nitrique étendu ; le résidu traité ensuite par un mélange d'acide hydrochlorique étendu et d'acide tartrique laisse le kupferglimmer parfaitement pur.

J'ai déterminé directement la quantité d'oxygène contenue dans cette substance en la réduisant par le gaz hydrogène.

Le reste de l'analyse a été fait en attaquant par le gaz chlore sec la substance réduite, et séparant ensuite les différents principes par les procédés ordinaires. J'ai toujours trouvé une petite quantité de substance non attaquée qui a été séparée. Il me paraît très-probable que c'est une

matière différente qui ne présente pas la même composition ni les mêmes propriétés que le kupferglimmer ordinaire.

Voici les résultats de trois analyses :

				Moyenne.
Cuivre.	34,41	35,06	33,345	34,27
Nickel.	23,36	23,54	23,190	23,36
Antimoine.	20,80	20,66	20,118	20,54
Oxygène.	18,31	18,14	18,120	19,19
Mat. non attaquée.	2,88	1,20	3,560	2,54
	99,76	98,60	98,333	98,90

que l'on peut traduire de la manière suivante :

Oxide de cuivre.	0,42928
— de nickel.	0,29678
— d'antimoine..	0,24343
Mat. non attaquée.	0,02547
	0,99496

Et si l'on défalque la perte et la matière non attaquée :

Oxide de cuivre. . .	44,278
— de nickel. . .	30,612
— d'antimoine. .	25,110
	100,00

Cette composition conduit à la formule $\dddot{Sb} + 12 \dot{R}$; R représentant le cuivre et le nickel.

Le sulfure d'antimoine $\dddot{Sb}$ forme aussi une série de sulfosels très-remarquables avec les sulfures métalliques. Mais on ne connaît pas encore jusqu'ici de sulfosel aussi basique que le sel basique formé par l'oxide d'antimoine dans le kupferglimmer.

50. *Sur la composition de la* Berthiérite *de Braünsdorf, près de Freyberg*; par M. C. Rammelsberg. (Ann. de Pog. t. 40, p. 153.)

M. Berthier a trouvé il y a quelques années auprès de Chazelles en Auvergne, un minéral qu'il a reconnu composé de 3 at. de sulfure de fer et de 2 at. de sulfure d'antimoine ($\dot{F}^3 \dddot{Sb}^2$). Ce minéral a été étudié par Haidinger, qui lui a donné le nom de *berthiérite*. Plus tard M. Berthier a décrit deux nouvelles variétés de ce minéral, dont l'une, trouvée dans la mine de Martouret, en Auvergne, est composée de 3 at. de sulfure de fer pour 4 at. sulfure d'antimoine ($\dot{F}^3 \dddot{Sb}^4$); l'autre, d'Anglar dans la Creuse, renferme 1 at. de chacun des sulfures. M. Breithaupt a annoncé le premier que la berthiérite se trouvait dans la mine *neue hoffming Gottes* à Bräunsdorf. J'ai soumis ce minéral à l'analyse; celle-ci m'a donné :

	I	II
Antimoine. . . .	0,54338	0,54700
Fer.	0,11965	0,11432
Manganèse. . . .	0,00456	0,02544
Zinc.	traces	0,00737
Soufre.	0,30575	0,31326
	0,97834	1,00739

Dans une troisièmeanalyse, j'ai trouvé 0,12348 de fer. En considérant le zinc et le manganèse comme remplaçant le fer, on peut établir la formule suivante :

2 at.	antimoine. . .	0,58507
1	fer.	0,12305
4	soufre.	0,29188
		1,00000

C'est la composition de la berthiérite d'Anglar.

---

51. *Analyse d'un alliage connu sous le nom de* MARINE-MÉTAL *de Wetterstedt, et proposé pour le doublage des vaisseaux*; par M. J. Lud. Jordan de Clausthal. (Journ., d'Erdmann, t. 10, pag. 439.)

M. Wetterstedt a préparé un alliage de plomb et d'antimoine qu'il propose pour doubler les vaisseaux, et auquel il a donné le nom de *marine-métal*. Il a pris pour cela un brevet en Angleterre. Ce métal doit posséder cette double propriété d'être inoxidable et de ne pas se couvrir dans les eaux de la mer, de ces incrustations qui détruisent si rapidement les doublages en cuivre.

J'ai analysé deux échantillons de cet alliage en plaques de $\frac{2}{3}$ de ligne d'épaisseur. Il est plus dur et plus ferme que le plomb ordinaire, et sa ductilité est presque aussi grande. Le premier échantillon a présenté une densité de 11,204. Le second de 11,053.

L'analyse a donné pour le premier échantillon :

Plomb.	0,944
Antimoine. . . .	0,043
Mercure.	0,013
	1,000

Le second échantillon m'a présenté à peu près la même composition quoiqu'avec un peu plus d'an-

timoine, et 0,0075 seulement de mercure. Le mercure n'existait qu'à la surface des plaques.

La préparation de cet alliage ne présente d'ailleurs aucune difficulté, et l'on peut employer pour cela avec avantage les plombs durs antimoniés que l'on obtient en quantités considérables dans les usines du Hartz.

---

52. *Analyse d'un* MINERAI D'ANTIMOINE *de Nasajeld en Laponie*; par M. C.-J. Thaulon de Christiania. (Ann. de Pogg., t. 41, p. 216.)

Ce minéral est en masses fibreuses, d'un gris de plomb et ressemble à la jamesonite. L'analyse a été faite dans le laboratoire de M. Henri Rose, en décomposant la substance par le chlore gazeux. L'attaque a été complète sans que l'on ait eu besoin de chauffer. Le plomb est resté à l'état de chlorure dans la boule de verre en affectant la forme d'aiguilles que présentait primitivement le minerai employé. On l'a dissous dans l'eau aiguisée d'acide hydrochlorique et on en a précipité le plomb par l'oxalate d'ammoniaque. L'analyse a été achevée par les procédés ordinaires.

J'ai trouvé :

Soufre......	0,1886
Antimoine....	0,2460
Plomb......	0,5557
	0,9903

Cette composition conduit à la formule $\dot{P}b^3 \dddot{S}b$, d'après laquelle on aurait :

Soufre.....	0,18095
Antimoine...	0,24125
Plomb.....	0,57780
	1,00000

C'est évidemment la même substance que celle qui a été analysée par M. Boulanger, et qui venait de Molière en France. Cette dernière substance présentait seulement quelques matières étrangères mélangées. C'est évidemment une nouvelle espèce; je propose de lui donner le nom de *boulangérite*.

---

53. *Sur les produits des* USINES A LIQUATION *de Grünthal*; par M. A. Lampadius. (Journ. d'Erdmann, t. 11, pag. 321.)

1° *Cuivre noir.*

L'usine de Grünthal travaille principalement un cuivre noir provenant du traitement des mattes de plomb cuivreuses de Freyberg.

J'ai analysé deux de ces cuivres noirs. Ils présentaient une cassure d'un gris noir à petits grains, et résistaient assez bien au marteau. Avec un grossissement de 1000, il a été facile d'y reconnaître de très-petits globules vitreux de scories mélangés.

Le cuivre noir A avait une densité de 8,525, le cuivre noir B une densité de 8,420.

	A.	B.
Cuivre.	65,33	69,70
Plomb..	20,75	19,30
Nickel.	3,40	3,20
Fer.	3,31	1,51
Arsenic.	2,00	1,85
Antimoine.	1,53	1,01
Zinc.	0,91	0,98
Bismuth.	0,30	0,27
Argent.	0,41	0,39
Soufre.	0,25	0,30
Acide silicique.	0,20	0,15
Alumine	0,10	0,08
	98,49	98,74
Trace de cobalt et perte. .	1,51	1,26
	100,00	100,00

Les disques de cuivre noir sont chauffés sur une petite aire de liquation entre des charbons, et quand ils sont rouges, on les casse en morceaux. Pendant cette opération, il s'écoule, en petite quantité, une substance d'un gris noirâtre présentant une densité de 9,817 et dans laquelle j'ai trouvé 87 d'oxide de plomb, 7,5 d'oxidule de cuivre et 0,59 d'argent, avec de petites quantités de bismuth, de fer, d'arsenic et d'antimoine. Après cette opération le cuivre noir est soumis à la liquation. Cette opération a lieu dans un fourneau à manche. Une partie des métaux s'oxide, on la sépare à l'état d'abstrich. Anciennement, on ajoutait à 12 parties de cuivre noir, 40 à 44 parties de plomb; mais on a reconnu dans ces derniers temps que cette quantité de plomb était insuffisante pour enlever complétement l'argent, et on ajoute maintenant à 100 parties de cuivre noir, 373 à 409 parties de plomb. Ce plomb renferme 97,5 à 99 pour 100 de plomb pur, et une petite quantité d'antimoine, d'arsenic, de cuivre et de fer. Sa densité varie de 11,239 à 11,342.

De petits morceaux détachés d'un certain nombre de pains préparés pour la liquation ont été fondus ensemble, puis soumis à l'analyse; on y a trouvé :

Plomb.	79,81
Cuivre.	15,00
Argent.	0,17
Subst. accessoires. . .	5,02
	100,00

2 livres de ce même produit ont été fondues puis coulées dans un cylindre en fer chauffé, et abandonnées à un refroidissement lent. Le cy-

lindre métallique a été coupé en 2 parties égales; et chaque partie soumise à l'analyse a donné :

Partie supérieure.	Plomb. .	17,100
	Cuivre. .	75,041
	Argent. .	0,043
Partie moyenne.	Plomb. .	66,001
	Cuivre. .	30,110
	Argent. .	0,144
Partie inférieure.	Plomb. .	92,121
	Cuivre. .	5,010
	Argent. .	0,204

Cette expérience fait voir clairement que l'alliage du plomb argentifère est peu intime, et que les métaux qu'il contient tendent à se séparer suivant l'ordre de leurs pesanteurs spécifiques.

L'abstrich séparé à présenté la composition suivante :

Charbon mélangé.	4,72
Oxide de plomb.	63,25
— de cuivre.	5,21
Acide silicique.	15,20
Alumine.	6,70
Oxide de fer. Acides arsenieux et antimonieux. .	4,92
	100,00

Les produits de la liquation des pains sont les suivants :

1° Un plomb d'œuvre, un peu dur, ayant une densité de 11,231, et dans lequel j'ai trouvé :

Plomb. . .	94,83
Cuivre. . .	3,25
Argent. . .	0,18

Traces d'antimoine, de bismuth, d'arsenic et de zinc.

2° Résidus de liquation d'un gris noirâtre composés de :

Cuivre.	61,20
Plomb.	30,50
Argent.	0,06
Nickel.	3,12
Fer.	1,95
Arsenic.	1,09
Antimoine.	0,93
Subst. diverses.. . .	2,05
	100,00

Les produits accessoires sont une espèce de matière poreuse noire *saigerdörner* et les débris de fourneau.

Les saigerdörner renferment :

Plomb. . .	80
Cuivre. . .	10,2
Argent. . .	0,13

Les débris de fourneau renferment :

Oxide de plomb. . .	74,2
—— de cuivre. . .	11,2
Argent.	0,19
Argile, silice, etc. .	

Les produits oxidés accessoires, obtenus dans les diverses opérations métallurgiques de Grünthal, sont fondus ensemble et donnent un métal que l'on coule en disques, lesquels sont ensuite soumis à la liquation. Ce sont les *dörnerstück*. La densité de ce métal est 10,921. Il renferme :

Plomb. . .	80,47
Cuivre. . .	15,50
Argent. . .	0,06

Les scories qui se forment dans cette opération sont riches; elles renferment :

Oxide de plomb. .	54,20
—— de cuivre. .	3,10
Argent.	0,013

La liquation des *dörnerstück* donne :

a. Un plomb d'œuvre d'une densité de 11,266 renfermant 2,3 de cuivre et 0,07 d'argent.

b. Résidu de liquation, cuivre liquaté, dans lequel on a trouvé :

Cuivre. . .	61,05
Plomb. . .	31,25
Argent. . .	0,02

c. Produits accessoires, une espèce de scorie poreuse qui a donné à l'essai 50 livres de plomb, 6 livres de cuivre, et $\frac{3}{4}$ d'once d'argent au quintal.

Les scories provenant de la formation des pains de liquation sont fondues au haut-fourneau et donnent :

a. Un métal renfermant 88,5 de plomb, 6,2 de cuivre et 0,017 d'argent, et qui a une densité de 10,019.

b. Des scories d'une couleur d'un jaune brun ayant une densité de 4,268.

c. Un speiss qui vient nager à la surface du métal *a* et s'en sépare facilement après le refroidissement.

Les scories *b* sont refondues avec 1 p. ÷ de spath fluor au haut-fourneau, et donnent encore :

b. 1. Un métal d'une densité de 11,00.

b. 2. Une scorie plombeuse d'une densité de 3,965.

b. 3. Un speiss.

La scorie *b*. 2 est de nouveau refondue avec du fer et du spath fluor, et donne :

Un métal à cassure grenue d'une densité de 11,006.—Un speiss.

Une scorie d'un brun presque noir ayant pour densité 3,801.

Cette dernière scorie est soumise encore à une fusion et donne également du métal, un speiss et une scorie qui est rejetée. Cette dernière scorie m'a donné à l'analyse :

Silice.	30,33
Oxide magnétique de fer.	23,07
Oxide de plomb.	17,25
Alumine.	15,70
Chaux.	8,41
Oxidule de cuivre. . . .	1,37
	96,13

Traces de bismuth, antimoine, nickel, cobalt, zinc.

Parmi les différents speiss qui se forment dans ces diverses opérations successives, je n'en ai analysé qu'un seul, celui qui se produit dans la dernière fonte. Ce speiss m'a donné à l'analyse :

Cuivre. . .	31,65
Nickel. . .	22,42
Fer.	22,30
Plomb. . .	10,70
Antimoine.	3,50
Arsenic. . .	2,23
Bismuth. .	2,20
Cobalt. . .	2,15
Zinc. . . .	2,13
Argent. . .	0,015
	99,295

Les pains liquatés sont chauffés de nouveau dans un four particulier *darrofen*, opération qui sépare encore une certaine quantité de plomb. Cette opération a principalement pour but de purifier davantage le cuivre noir et de permettre de le traiter plus facilement au raffinage. Les pains

liquatés laissent continuellement suinter des gouttelettes d'un plomb impur qui s'oxident et s'écoulent à l'état de litharge très-composée. Au commencement il se sépare un plomb métallique qui renferme 5,7 de cuivre 0,13 d'argent.

Quant aux litharges on les retire de temps en temps; les premières ont présenté une densité de 7,497 et ont donné :

Oxide de plomb. . .	84,20
Oxidule de cuivre. .	6,21
Argent.	0,06
Silice.	2,25
Alumine.	1,65
	94,37
Métaux non dosés et perte.	5,63

Les dernières ont présenté une densité de 5,638 et ont été trouvées composées de :

Oxide de plomb. . .	73,15
Oxidule de cuivre. .	16,25
Argent.	0,04
Oxide de nickel. . .	4,03
—— de cobalt. . .	1,67
—— de fer. . . .	1,25
Silice.	1,10
Alumine.	0,90
	98,39

Le métal qui reste sur la sole a pris une couleur cuivreuse, il a une densité de 7,581, et renferme :

82,35	cuivre.
11,15	plomb.
0,025	argent.

Le cuivre noir qui a passé à toutes ces opérations est traité pour cuivre, et pour cela il est d'abord soumis au raffinage au grand foyer *Gross-*

gaarmachen, qui se fait dans un fourneau à voûte ressemblant aux fourneaux de coupelle. Sur 50 quintaux de cuivre noir, on obtient de 34 à 35 quintaux de cuivre et des scories dont la composition varie dans les diverses périodes de l'opération.

Les premières scories m'ont présenté la composition suivante :

Oxide de plomb.	64,80
Oxidule de cuivre.	7,52
—— de nickel.	9,01
Silice.	9,13
Alumine.	2,58
Oxide de fer magnétique.	2,51
	95,55

Les dernières ont donné :

Oxide de plomb.	53,20
—— de cuivre.	23,90
—— de nickel.	11,15
—— de cobalt.	0,90
Silice.	7,04
Oxide de fer magnétique.	1,50
Alumine.	1,45
	99,14

Enfin le produit principal, le cuivre à peu près raffiné qui est enlevé en rosettes, présente une densité de 7,797, et a donné à l'analyse :

Cuivre.	98,23
Oxidule de cuivre.	0,30
Plomb.	0,91
Nickel.	0,25
Argent..	0,031
	99,721

Ce cuivre à demi raffiné est soumis à une fonte au petit foyer, on le coule ensuite en petits sau-

mons. Un échantillon de ce cuivre marchand m'a donné à l'analyse :

Cuivre.. .	98,920
Plomb. . .	0,630
Nickel. . .	0,214
Argent. .	0,032
	99,796

Les produits accessoires de ce dernier affinage sont ajoutés dans les lits de fusion des autres produits.

On voit par la description de toutes les opérations successives auxquelles on est obligé de soumettre le cuivre noir pour en extraire l'argent et le cuivre, combien le procédé suivi dans les usines à liquation est compliqué, et combien il serait à désirer qu'il fût remplacé par un autre moins coûteux et plus expéditif.

---

54. *Note sur différents* MINERAIS *de l'île de Cuba*; par M. P. Berthier.

L'île de Cuba, le pays le plus fertile de la terre, a encore l'avantage de posséder d'immenses richesses minérales, principalement en matières métalliques; mais jusqu'ici ces richesses ont peu attiré l'attention, parce que les grands bénéfices que l'on retire de la culture ont déterminé les capitalistes à s'occuper exclusivement de l'exploitation du sol.

Il a été envoyé de ce pays, au laboratoire de l'Ecole des mines, plusieurs collections qui m'ont obligé d'examiner la nature et de déterminer la contenance des principaux minerais que l'on pour-

rait en extraire. C'est le résultat de cet examen que je vais faire connaître.

Les environs de Villaclara, ville située presqu'au centre de l'île un peu au nord de la Trinidad, abondent en minerais de cuivre, et il paraît que l'on y trouve aussi des minerais d'or. Un Français, M. Giroud, établi dans le pays, a fait parvenir à l'École des mines, par l'intermédiaire de M. Lavallée, vice-consul à la Trinidad, et de M. Mollieu, consul général à la Havanne, une collection de ces minerais et de tout ce qu'il a cru pouvoir présenter quelque intérêt. Cette collection se composait principalement de grès argileux analogue à la roche que l'on a nommée *arkose*, pénétré de cuivre carbonaté bleu ou vert et de cuivre oxidulé, en proportions très-variables. Les échantillons les plus pauvres contenaient 0,10 de cuivre; les plus riches 0,42, et leur contenance moyenne était de 0,16. La collection renfermait, en outre, des échantillons variés de minerais de fer, consistant en oxide rouge argileux, ou empâtant des lamelles de mica, des pyrites de fer très-régulièrement cristallisées, et du cuivre pyriteux de l'espèce commune. Elle m'a offert aussi un échantillon intéressant de sous-sulfate de cuivre.

Ce minéral est compacte, d'un vert bleu très-pâle, tendre, à cassure matte grenue et presque terreuse; il est mélangé irrégulièrement avec de l'argile blanche sablonneuse. Lorsqu'on le calcine il se fond en une scorie noire, et il s'en dégage de l'eau et de l'acide sulfureux. Il se dissout très-aisément dans les acides, sans produire d'effervescence. Il a donné à l'analyse :

Deutoxide de cuivre. . .	0,538	0,652	oxyg.	131
Acide sulfurique	0,135	0,163		98
Eau.	0,152	0,185		164
Argile.	0,175			
	1,000	1,000		

Ce qui, en supposant qu'une partie de l'eau provient de l'argile, conduit à la formule

$$C^4S^3 + 4Aq.$$

J'ai déjà fait connaître un minerai de même nature, qui m'avait été donné comme venant du Mexique; mais, j'ai tout lieu de penser qu'il provenait réellement de Cuba comme le premier.

M. Ramon de la Sagra a remis au laboratoire une collection de minerais beaucoup plus variés que les premiers; les uns venaient de Villaclara, comme les précédents; les autres d'Holguin, ville qui occupe le centre de la partie orientale de l'île, et d'autres encore des environs de Baracoa las Poras, qui se trouve sur la côte au nord-est.

Les minerais de Villaclara consistaient principalement en carbonate de cuivre vert compacte, ou pulvérulent, ou en petits mamelons mêlés de protoxide compacte, de rameaux de cuivre natif, de cuivre pyriteux, d'oxide de fer, d'argile, et çà et là d'une petite quantité de deutoxide de cuivre. A ces minerais était jointe une scorie, dont l'origine n'est pas connue, mais qui provient probablement de leur traitement. Cette scorie est noire, un peu lamelleuse, magnétique et tout à fait semblable à une scorie de forge. On en a fait un essai par la voie sèche, et elle a donné le résultat suivant :

				gr.
10 gr. Scorie.				10,00
1 Carbonate de chaux = chaux.				0,56
		gr.		10,56
ont donné.	fonte.	4,80	total. .	9,39
	scorie.	4,59		
Chaux ajoutée.		0,56	Oxyg . .	1,17
Matières vitrifiables.		4,03 = 0,403		
Silice trouvée par voie humide.		2,70 0,270		
Matières solubles.		1,33 = 0,133		

Il y avait encore, avec les minerais de Villaclara, deux minerais d'or et d'argent, l'un très-pierreux et un autre ferrugineux.

Le minerai pierreux se compose d'une roche argileuse, jaunâtre ou grisâtre, qui est pénétrée irrégulièrement de pyrite de fer, de blende brune lamellaire, et d'un peu de galène. On a séparé une certaine quantité de la matière métallique de la gangue, par le moyen du lavage à l'augette, et on a trouvé qu'elle donne à l'essai 0,014 d'argent qui contient une trace notable d'or.

Le minerai ferrugineux est de la nature des *pacos:* c'est un oxide de fer rouge amorphe, caverneux, à petites cavités irrégulières, à cassure grenue presque terreuse, mêlé d'une petite quantité de sable et d'argile, et pénétré d'une multitude de petits cristaux microscopiques très-éclatants, et d'un blanc perlé, de chlorure d'argent. Quand on fait digérer ce minerai dans l'ammoniaque tout l'argent se dissout; lorsqu'au contraire on le traite par l'acide nitrique, il ne s'en dissout pas une trace, d'où il suit que la totalité de ce métal y est à l'état de chlorure. Enfin, en employant l'action de l'acide muriatique concentré

et bouillant, tout l'oxide de fer se dissout, et lorsqu'on étend ensuite la dissolution avec de l'eau, la liqueur devient louche comme de l'eau de savon, parce qu'elle laisse alors déposer la petite quantité de chlorure d'argent que dissout l'acide concentré.

Pour faire l'essai de ce minerai, on l'a fondu avec 10 parties de litharge et du charbon, et l'on a soumis à la coupellation le plomb qui en est résulté. On en a extrait ainsi 0,095 d'argent aurifère, qui, traité par l'acide nitrique pur, a laissé 0,002 d'or, d'où par différence 0,093 d'argent. Cette teneur est fort considérable. L'or se trouve, sans aucun doute, à l'état natif dans ce minerai, mais il n'est pas apparent.

La collection de M. de la Sagra renfermait trois minerais venant d'Holguin, savoir : deux minerais de cuivre et un minerai de fer. L'un des minerais de cuivre est de l'oxidule compacte et terreux, mêlé d'oxide de fer, et traversé par des veines très-minces de cuivre carbonaté. L'autre minerai a présenté une association remarquable; c'est une serpentine en partie compacte, en partie feuilletée, blanche ou grisâtre, dont les faces de fracture sont lisses et colorées en un jaune de pyrites dû à un enduit métallique, et qui renferme entre ses feuillets des nodules plus ou moins gros de sulfure de cuivre compacte et parfaitement pur. Toute la masse semble être magnétique; mais lorsqu'on la concasse on reconnaît que les parties qui sont recouvertes de l'enduit métallique jaune, sont les seules qui agissent sur le barreau aimanté. Cela prouve que cet enduit est de la pyrite magnétique, et effectivement, il se dissout dans l'acide muriatique avec dégagement de gaz hydrogène sulfuré. La serpentine est elle-même très-

aisément attaquable par cet acide en faisant gelée. Elle est essentiellement composée de silice et de magnésie, et elle ne contient pas du tout d'alumine.

Le minerai de fer d'Holguin est compacte, à cassure grenue presque unie, d'un noir métalloïde brillant, ayant çà et là des reflets rougeâtres ; il contient en mélange du quartz blanc cristallin, qui s'y trouve disséminé en nids et en petites veines ; il est très-fortement magnétique, et il possède un très-grand nombre de pôles des deux signes ; sa poussière est d'un rouge décidé, mais terne.

A l'essai, il a donné les résultats suivants :

					gr.
10 gr.	Minerai				10,00
0,8	Alumine calcinée				0,80
1,6	Carbon. de chaux = chaux.				0,90
					11,70
ont produit :	fonte. . .	59,78	} total. .		9,14
	scorie. . . .	3,36			
Fondants ajoutés.		1,70	Oxyg. .		2,56
Quartz mélangé.		1,66 = 0,166			

La fonte était blanche, mais douce, facile à limer, et ne se laissait casser qu'après s'être aplatie ; la scorie était vitreuse, grise et opaque.

L'analyse, d'accord avec la voie sèche, a fait voir que ce minerai ne renferme qu'environ le cinquième de son poids d'oxide magnétique, qui s'y trouve disséminé d'une manière indiscernable dans de l'oxide rouge métalloïde.

Les minerais les plus remarquables de Baracoa sont, un minerai de fer magnétique et un minerai de fer chromé. Le premier est en masses amorphes,

mélangées d'une gangue micacée, et qui présentent çà et là de petites cavités tapissées d'oxide de fer et d'oxidulé de cuivre. Sa poussière est brune. Il agit avec une force moyenne sur le barreau aimanté. C'est, comme le précédent, un mélange intime d'oxide rouge et d'oxide magnétique, mais dans lequel ce dernier entre en proportion beaucoup plus grande que dans le minerai d'Holguin, quoique celui-ci agisse bien plus énergiquement sur le barreau aimanté.

Le fer chromé n'a rien de particulier, si ce n'est qu'il n'entre dans sa composition qu'une quantité tout à fait insignifiante de silice. Il est compacte, un peu lamelleux, mélangé d'une petite quantité de matière pierreuse blanchâtre, faiblement, mais sensiblement magnétique. Sa poussière est brune.

On trouve du bitume solide dans deux localités différentes à Cuba, savoir : à *Maruel*, à peu de distance de la Havanne, et dans la partie sud, près le cap Poras. Il y est très-abondant, et on l'importe en Amérique et en Europe, sous le nom de *Chapopote*.

Un négociant français vient de rapporter de Cuba des échantillons d'une matière métallique que l'on pourrait, à ce qu'il paraît, se procurer en quantités extrêmement considérables. J'ai trouvé que cette matière est du sulfure de cuivre fondu absolument pur. Quoiqu'il ne contienne ni or, ni argent, ce serait un excellent objet de commerce, parce qu'il serait extrêmement facile de le traiter pour en extraire les 0,80 de cuivre rouge qu'il renferme.

55. *Analyse d'un* SULFURE DOUBLE DE CUIVRE ET D'ARGENT *de Rudelstadt, en Silésie*; par M. Th. Sander d'Augsbourg. (Ann. de Pog. t. 40, p. 313.)

Ce minéral n'avait été rencontré jusqu'à présent qu'à l'état compacte. M. G. Rose l'a trouvé dernièrement cristallisé auprès de Rudelstadt, en Silésie. La forme cristalline de cette substance est la même que celle du sulfure de cuivre simple, ce qui montre que l'argent y remplace le cuivre. Son analyse présente par conséquent de l'intérêt, puisqu'elle peut jeter du jour sur le véritable poids atomique de l'argent.

L'analyse a été faite dans le laboratoire de M. Henri Rose; elle m'a donné :

Soufre.	0,1592	2 at.	15,80
Argent.	0,5271	1	53,11
Cuivre.	0,3095	2	31,09
Fer.	0,0024		
	0,9982		100,00

---

56. *Sur le* MAGISTRAL *employé pour traiter le* MINERAI D'ARGENT *du Huelgoëth*; par M. P. Berthier.

M. Junker a introduit avec beaucoup d'avantage à Poullaouen le procédé d'amalgamation américain, pour traiter le minerai du Huelgoëth, qui consiste en quartz carrié, empâté de peroxide de fer contenant, à l'état de dissémination extrême, de l'argent natif, chloruré et sulfuré, et quelques autres espèces métalliques.

A 2.400 kil. de minerai on ajoute 210 kil. de *magistral*, mélange salin qui se compose de :

	Kilogramme.	
Sel marin.	150,000. . . .	0,713
Sulfate vert de fer.	35,950. . . .	0,173
Alun.	24,000. . . .	0,114
Sulfate de cuivre. .	0,050. . . .	0,00024
	210,000	1,00024

Le sulfate de cuivre n'exerce qu'une influence insignifiante dans l'opération, mais pour empêcher la fraude la régie exige que l'on en introduise une certaine quantité dans le sel qu'elle laisse prendre en franchise. L'alun ne paraît pas avoir d'utilité non plus : je ne sais quel motif a déterminé à s'en servir.

Le sulfate de fer que l'on emploie est le vitriol vert, tel qu'on le trouve dans le commerce ; mais comme ce sel s'altère très-promptement à l'air, on remarque qu'au bout d'un certain temps le magistral prend une couleur jaunâtre prononcée. Les ouvriers le désignent alors sous le nom de *magistral vieux*. Lorsqu'il a été profondément altéré, il exhale une odeur toute particulière.

Or, une expérience récente ayant montré que le magistral nouveau ne produit presque pas d'effet sur le minerai, et qu'il n'en sépare l'argent qu'incomplétement et très-lentement, tandis qu'au contraire le magistral vieux opère toujours parfaitement cette séparation, on a été étonné de ce résultat. Maintenant que la théorie de l'amalgamation est fondée sur des bases déterminées, ce fait aurait cependant pu être prévu. En effet, l'argent ne pouvant être chloruré que par un perchlorure, il est évident que le magistral dont on fait usage au Huelgoëth ne peut agir que

par le perchlorure de fer, résultant de la réaction du sulfate de fer sur le sel marin, et il ne l'est pas moins que ce perchlorure ne peut se former que lorsque le sel de fer est à base de peroxide. Il faut donc, puisque l'on se sert du sulfate vert, attendre que ce sel se soit suroxidé par le contact de l'air pour que l'intervention du magistral dans l'amalgamation soit efficace.

L'analyse montre, au surplus, que cette suroxidation est presque complétement effectuée dans le magistral vieux; car quand on le traite par l'eau bouillante, il s'en sépare 0,06 à 0,07 de sous-sulfate de fer pur couleur d'ocre, et la liqueur, outre le sel marin et l'alun, ne retient plus que 0,02 d'oxide de fer, qui est même pour la plus grande partie à l'état de peroxide.

Il est aisé de se convaincre de l'action qu'exerce sur l'argent le magistral vieux, ou un mélange de sel marin et de persulfate de fer, en favorisant cette action par la chaleur, car elle est alors prompte et forte. J'ai fait bouillir 10$^{gr.}$ de magistral avec 1$^{gr.}$ d'argent en poudre et une quantité d'eau telle que la dissolution fut presque saturée, et j'ai fini par rapprocher celle-ci jusqu'à consistance sirupeuse. Le dépôt jaune qui s'est formé d'abord est devenu de plus en plus pâle; je l'ai lavé par décantation, d'abord avec de l'eau, et ensuite avec de l'acide sulfurique, pour dissoudre le sous-sel de fer qui restait encore; et enfin avec de l'ammoniaque. Il y a eu un résidu d'argent pur; mais en saturant par un acide la liqueur ammoniacale, il s'en est précipité une quantité très-considérable de chlorure d'argent; en même temps il a été facile de reconnaître que les eaux de lavage du magistral renfermaient une forte proportion de

protoxide de fer, qui provenait évidemment de ce que l'argent avait ramené une partie du perchlorure formé à l'état de protochlorure.

L'intervention du sel marin n'est pas même nécessaire pour que le persulfate de fer attaque l'argent ; du moins à la chaleur de l'ébullition, celui-ci s'oxide et se transforme en sulfate, en ramenant la totalité du peroxide de fer à l'état de protoxide.

Quoi qu'il en soit, comme l'action du perchlorure de fer sur l'argent est beaucoup plus forte que celle du persulfate, soit pur, soit mélangé avec le sel marin, et que le minerai du Huelgoëth est très-ferrugineux, je suis porté à croire que, pour préparer ce minerai à l'amalgamation, il y aurait avantage à substituer l'acide muriatique au magistral. Cet acide donnerait immédiatement naissance à du perchlorure de fer qui chlorurerait l'argent avec rapidité, et peut-être même qu'alors on pourrait se dispenser tout à fait d'employer le sel marin. Il conviendrait néanmoins de rechercher par l'expérience si ce sel n'est pas nécessaire pour dissoudre le chlorure d'argent et rendre subséquemment celui-ci plus facile à réduire par le mercure ou par le fer. Le sel marin n'occasionne pas une grande dépense aux exploitants, parce que le fisc leur fait remise de l'impôt; mais s'il en était autrement, on pourrait employer en place le chlorure de calcium, qui en dissolution concentrée dissout au moins tout aussi bien le chlorure d'argent.

Si l'on employait l'acide muriatique pour traiter le minerai du Huelgoëth, après que l'argent aurait été chloruré par le perchlorure de fer, il resterait encore une grande quantité de ce perchlorure, et si l'on ajoutait immédiatement le mercure pour

opérer l'amalgamation, il arriverait qu'une certaine quantité de ce métal se chlorurerait tout comme l'argent et serait perdue. On pourrait remédier à cet inconvénient en ajoutant du fer métallique ainsi qu'on le fait en Allemagne, mais je crois qu'il serait préférable de triturer la masse chlorurée avec du carbonate de chaux réduit en poudre très-fine, de la craie, par exemple; cela serait plus économique. Il en résulterait que tout le perchlorure de fer serait décomposé et qu'il se formerait à sa place du chlorure de calcium, dont l'action dissolvante sur le chlorure d'argent remplacerait avec avantage celle du chlorure de sodium.

Le mercure ayant maintenant un très-haut prix, et étant une cause de grande dépense dans le traitement des minerais d'argent par chloruration, on cherche par toutes voies à se passer de ce métal. On sait depuis longtemps qu'on pourrait le remplacer par l'ammoniaque ou par le carbonate d'ammoniaque, qui dissolvent le chlorure d'argent avec une très-grande facilité; mais on n'a pas encore fait usage de ces agents. Je crois que le moment est venu d'essayer de les employer; car on peut les préparer partout à bon marché; et les eaux alcalines, qui proviennent des fabriques de gaz d'éclairage dans lesquelles on distille de la houille en fourniraient au besoin une très-grande quantité. On arroserait la matière chlorurée et neutralisée par le carbonate de chaux, avec de l'eau ammoniacale, on triturerait, on filtrerait et on laverait le minerai à la manière des terres salpêtrées. Rien ne serait plus facile que de séparer ensuite l'argent de la dissolution.

A défaut d'acide muriatique, on pourrait se servir aussi d'acide sulfurique pour traiter le minerai du Huelgoëth, mais alors il faudrait nécessai-

rement y ajouter en même temps du sel marin.

Le cuivre se comporte avec le perchlorure et avec le persulfate de fer absolument comme l'argent. Le fer est rameué au minimum de chloruration et d'oxidation, et il se forme dans le premier cas du protochlorure de cuivre, et dans le second du protosulfate. Mais le fer, le zinc, et probablement tous les métaux très-oxidables, se comportent autrement; ils prennent de l'oxygène à l'eau en même temps qu'au peroxide de fer; en sorte que lorsqu'on emploie des liqueurs aussi neutres que possible, comme il se produit un excès de protoxide de fer ou d'oxide de zinc, il se forme toujours un dépôt ocreux d'oxichlorure ou de sous-sulfate. Ces dépôts, qui sont très-basiques, ne renferment cependant que la plus petite partie du métal contenu dans le sel.

La grande oxidabilité du fer et du zinc fait encore que ces métaux décomposent l'eau en présence des sels d'alumine, même neutres, et qu'ils s'approprient une portion considérable de l'acide de ces sels. Néanmoins ces décompositions exigent le secours de la chaleur, et elles ne marchent rapidement qu'à la température de l'ébullition. Avec l'alun ordinaire, il se forme un dépôt blanc pulvérulent de sel double, qui, indépendamment de l'eau de combinaison, a pour formule $\dot{K}\dddot{S} + 2\dddot{A}\dddot{S}$: le sel d'alumine qu'il contient est tribasique et renferme 0,562 de base pour 0,438 d'acide. Il ne reste pas d'alumine dans la dissolution. D'après cela, 100 d'alun doivent produire 36,9 de sous-sel double anhydre, et l'on doit retrouver dans la liqueur la moitié du sulfate de potasse (0,092) et la moitié de l'acide sulfurique total (0,169) contenus dans l'alun.

Avec le sulfate simple d'alumine, le précipité est aussi un sous-sel, mais qui est beaucoup plus basique que le précédent. Je l'ai trouvé composé de :

Alumine.	0,460
Acide sulfurique . .	0,226
Eau.	0,314

ce qui se rapporte presqu'exactement à la formule

$\dddot{A}^3\dddot{S}^2 + 12\dot{H} = A^3S^2 + 4Aq.$

Le fer et le zinc ne décomposent l'eau qu'à la faveur des sels qui ont la réaction acide. Aussi, par exemple, ils sont sans action sur le sulfate neutre de magnésie en dissolution.

L'expérience a montré il y a déjà longtemps que le deutochlorure de cuivre attaque l'argent aussi facilement que le perchlorure de fer. On pouvait penser, par analogie avec la manière dont se comporte l'argent avec le sulfate de fer, que la même chose arriverait avec le sulfate de cuivre ; mais il n'en est pas ainsi : ce sel en dissolution, même concentrée et bouillante, laisse l'argent absolument intact. On peut attribuer cette différence à l'affinité plus grande qu'a ce métal pour le chlore que pour l'oxygène, et ce fait vient à l'appui de la supposition, généralement admise, qu'en se dissolvant, les chlorures, du moins pour la plupart, ne changent pas de nature et ne se transforment pas en hydrochlorates d'oxides.

L'argent, exposé à l'air au contact d'une solution concentrée de sel marin, ou de divers autres chlorures, se chlorure en quantité notable. Il est possible que l'addition de l'alun favorise cette chloruration par la tendance qu'a ce sel à se transformer en sel basique, ainsi que cela se remarque dans l'opération de la mise en couleur des bijoux. Cepen-

dant l'expérience m'a fait voir que cette réaction, si elle a réellement lieu, ne peut être que très-faible. Je pense donc que c'est sans utilité que l'on introduit de l'alun dans le magistral dont on fait usage au Huelgoëth.

---

57. *Essai d'un* MINERAI D'ARGENT *du Mexique*; par M. P. Berthier.

Ce minerai a été nouvellement découvert au Mexique, au lieu dit *Jesu Maria* dans le district de Chiuahua. On dit qu'il se trouve en très-grande abondance et il paraît qu'une compagnie française a songé à l'exploiter; l'échantillon a été remis au laboratoire par M. l'ingénieur mexicain Iniestra.

C'est un mélange intime de blende grise, de galène à très-petits grains cristallins et de quartz, taché çà et là de petites masses de pyrites ferrugineuses et cuivreuses. Il se trouve en veines et en filons dans du quartz blanc cristallin.

Après qu'il a été trié et séparé du quartz autant que possible, il donne avec 30 parties de litharge 3,6 de plomb, qui laisse à la coupellation 0,036 d'argent contenant une trace d'or, ou 3 livres 6 onces 4 gros 58 grains au quintal ancien. En le traitant par l'eau régale, on a trouvé qu'il y restait encore 0,34 de quartz; il s'ensuit que la partie métallique pure renferme 0,054 d'argent. En traitant le minerai par l'acide nitrique la totalité de l'argent se dissout. En le traitant successivement par l'acide muriatique concentré et bouillant et par l'ammoniaque, il reste 0,39 de gangue et de pyrites, qui ne retiennent que 0,004 d'argent probablement à l'état natif. La plus

grande partie de ce métal, c'est-à-dire 0,032, se trouve donc dans le minerai de *Jesu Maria* à l'état de sulfure, probablement en combinaison avec la galène.

---

58. *Analyse de plusieurs échantillons d'*OR NATIF de la Nouvelle-Grenade ; par M. Boussingault. (Acad. des sc. 1837, n° 25.)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Or.	0,748	0,747	0,735	0,730	0,687	0,880	0,821	0,919
Argent	0,252	0,253	0,265	0,270	0,313	0,120	0,179	0,081

(1) Or cristallisé de Marmato, rencontré dans l'argile de la galerie de Sebastiana.

(2) Or cristallisé de Marmato, galerie de San-Antonio.

(3) Or cristallisé de la mine de Candado.

(4) Or cristallisé de Marmato, mine de Tiemblaculo. La moyenne de ces quatre analyses donne :

Or.	0,734	3 at.
Argent. . . .	0,266	1

(5) Pyrite trouvée dans une rivière de la province d'Antioquia. Cette composition approche de 5 at. d'or et de 2 at. d'argent.

(6) Or de lavage du Cauca, en lamelles de différentes dimensions. L'analyse donne 8 at. d'or pour 1 at. d'argent ; c'est à cette formule que répondent les échantillons d'or d'alluvion de Malpaso, Riosucio, Llano et Lapaja.

(7) Or en poudre de Choco, mêlé de sable non attirable. J'ai trouvé à l'or de la Trinidad une composition à peu près semblable, et qui peut se représenter par 5 at. d'or et 1 at. d'argent.

L'analyse revient à 12 at. d'or pour 1 at. d'argent.

(8) Pyrite d'or rencontrée dans une alluvion de Zupia. Un grand nombre d'échantillons d'or de Sibérie, analysés par M. G. Rose, offrent une composition analogue.

Toutes ces analyses ont été faites par coupellation et inquartation. Tout alliage naturel d'or et d'argent étant nécessairement composé d'un certain nombre d'atomes de chaque métal, on peut toujours représenter cet alliage par une formule; mais il arrivera que dans certains cas la formule sera trop compliquée, et par conséquent très-peu probable; il faut alors supposer que l'alliage est un mélange de différents composés dans lesquels les deux métaux sont unis dans des rapports simples.

M. Rose qui a été amené à admettre l'isomorphisme de l'or et de l'argent, pense qu'en raison de l'identité de forme les deux métaux peuvent s'allier en toute proportion; cela peut être; mais de ce que deux corps isomorphes peuvent se combiner en proportions indéfinies, il ne s'ensuit pas qu'ils ne puissent également donner des combinaisons bien définies et offrir dans leur union des rapports très-simples.

---

59. *Notice sur le* SABLE AURIFÈRE de l'Oural. (Ann. de Pog., t. 41, p. 203.)

On a trouvé dernièrement que le sable aurifère de l'Oural ne donnait par le lavage qu'une

très-petite partie de l'or contenu. Le colonel Amossof a fait quelques essais par voie humide et a trouvé que le traitement en grand ne donnait guère que $\frac{1}{80}$ ou $\frac{1}{100}$ de la quantité totale contenue. D'après cela, il lui a paru possible de fondre avec avantage le sable aurifère au haut-fourneau. 2818 pud fondus dans un haut-fourneau à fer ont donné 50 pud de fonte renfermant en tout 6 à 7 $\frac{1}{2}$ zolotnik d'or. Par le lavage le même poids de sable n'aurait donné que $\frac{1}{35}$ ou $\frac{1}{30}$ de cette quantité d'or.

La Russie traite dans ce moment environ 160 millions pud de sable par les lavages et en extrait 400 pud d'or; on voit tout de suite qu'il serait impossible de fondre cette quantité de sable dans des hauts-fourneaux ; mais comme le produit est beaucoup plus considérable, on pourrait, en employant ce procédé, augmenter la production annuelle en diminuant beaucoup la quantité de sable traitée.

---

60. *Sur les* MINES D'OR *nouvellement découvertes* dans la Virginie; par M. Silliman. (Amer. Journ. avril 1837.)

L'or de ces mines se trouve dans du quartz blanc saccaroïde ou compacte, qui forme des couches dans des roches primitives schisteuses, passant du schiste argileux au schiste talqueux. Le métal est quelquefois en pépites dont le poids s'élève jusqu'à une livre. Mais le plus souvent, il est disséminé en particules tellement fines, qu'on ne peut pas l'apercevoir à l'œil nu. On l'extrait du minerai par le moyen de l'amalgamation, et il pa-

rait être ordinairement disséminé dans les sulfures métalliques (sulfures de fer, de zinc et de plomb), qui sont disséminés eux-mêmes en petite quantité dans le quartz; d'autres fois il se trouve dans de l'oxide de fer terreux qui provient de la décomposition des pyrites.

Terme moyen, le minerai contient de 1 à 3 dix millièmes d'or, et les frais d'extraction s'élèvent environ à 1 fr. 40 c. par quintal.

Le sable des ruisseaux qui traversent ce pays est aurifère aussi, et renferme souvent d'assez grosses pépites.

Il est évident qu'avant peu la Virginie produira une assez grande quantité d'or, et déjà des bénéfices considérables ont récompensé les premières tentatives; mais il est fort à craindre que cela ne fasse un très-grand tort à l'agriculture.

---

61. *Sur les* MINES D'OR *de la Caroline du Nord*; par M. Smith. (Amer. journ., avril 1837.)

L'or se trouve dans la Caroline du Nord sous trois conditions différentes. La première et la plus importante est celle dans laquelle l'or se présente à l'état de filon. Ces filons traversent le quartz et l'ardoise; l'or est disséminé dans des cristaux de pyrites, mêlé avec de l'oxide de fer, ou isolé dans des cavités résultant de la décomposition des pyrites.

Le second état dans lequel l'or se rencontre est dans les dépôts d'alluvions. Ces dépôts occupent le fond des vallées bordées de collines qui renferment des filons d'or. Ce métal se présente en parcelles évidemment arrondies par le frottement.

La troisième position de l'or et la plus singulière est celle de dépôts ou de poches, placés sur le sommet ou sur le penchant des collines, jusqu'à cinq pieds de profondeur. Ces dépôts sont disposés de la manière la plus irrégulière et sans suite, mais ils offrent quelquefois de riches amas. On y a trouvé un morceau d'or pur qui pesait plus de neuf livres.

---

62. *Examen des* MINERAIS D'OR ET DE CUIVRE *de Conrad dans la Caroline du Nord*; par M. P. Berthier.

L'exploitation des mines de Conrad n'a été entreprise que depuis un petit nombre d'années. Selon M. Austin, qui en a pris la direction en 1834, l'or s'y trouve à l'état natif, disséminé dans des minerais de fer. Ces minerais sont 1° de l'oxide de fer brun et de l'oxide rouge à structure grossière, rude et friable, qui rendent de 3 à 6 deniers d'or par boisseau; 2° de l'oxide sanguin d'un rouge foncé, plus compacte et à cassure plus terreuse, qui se trouve toujours en très-grandes masses; 3° des hématites compactes à structure radiée qui se rencontrent dans les druses; elles sont rares, mais riches en certains endroits, et c'est dans leur intérieur que l'on trouve les plus beaux échantillons d'or.

On observe en outre dans les mines de Conrad 1° une *roche noire morte*, qui paraît être un mélange intime de quartz et de fer micacé; récemment extraite, elle est d'un gris de fer foncé et saturée d'eau; exposée au soleil, elle devient d'un brun foncé; elle contient quelquefois de l'or, mais en très-petite proportion; 2° du cuivre natif feuil-

leté; 3° du cuivre pyriteux irisé; 4° des pyrites de fer; 5° du quartz blanc et cristallin, etc.

On voit effectivement de l'or natif dans quelques-uns des échantillons de minerais de la Caroline envoyés en Europe; mais ce métal y est rare et ne s'y montre que çà et là et en paillettes extrêmement petites.

Ces minerais paraîtraient devoir être exploités plutôt pour cuivre que pour or, car ils en contiennent tous plus ou moins, et il y en a qui en renferment beaucoup. Dans quelques morceaux le cuivre se trouve à l'état de cuivre pyriteux disséminé en petites masses à cassure irisée; dans d'autres il est à l'état de protoxide mêlé en faible proportion et d'une manière indiscernable avec la matière ferrugineuse; mais dans les morceaux riches le cuivre est principalement et presqu'uniquement à l'état de sulfure, correspondant par sa composition au deutoxide. Ce sulfure est souvent mêlé avec le minerai de fer en si petites parties qu'on ne l'y aperçoit pas; mais quelquefois il constitue des veines ou des amas bien distincts; il est alors compacte, d'un gris foncé tirant un peu sur le brun, à cassure inégale et mate. La matière ferrugineuse qui se trouve dans ces minerais n'est pas de l'oxide ou de l'hydrate de fer pur, elle renferme une proportion assez considérable d'acide phosphorique.

J'ai fait l'analyse d'un échantillon très-riche. Voici comment il s'est comporté : lorsqu'on l'a chauffé dans un tube de verre fermé par un bout, il s'en est dégagé beaucoup de soufre, mais la potasse caustique bouillante ne lui a pas enlevé la plus petite trace de ce corps. En le traitant à froid par l'acide muriatique, ou en le faisant

chauffer avec de l'acide sulfurique, tout le fer s'est dissout avec une certaine quantité de cuivre, qui s'est trouvée dans la liqueur à l'état de protoxide, sans qu'il se dégage d'hydrogène sulfuré, et en traitant par la potasse caustique le résidu, qui était un mélange de quartz et de sulfure de cuivre, il s'est dissout 0,034 de soufre. En employant l'acide muriatique concentré et bouillant, la proportion de cuivre dissoute est beaucoup plus grande, et le résidu renferme 0,10 de soufre libre soluble dans la potasse. Ces faits montrent que le soufre est tout entier à l'état de combinaison dans le minerai, et ils obligent aussi à admettre que le deutosulfure y est dans un état de constitution ou de division tel qu'il se laisse en partie attaquer par l'acide sulfurique et surtout par l'acide muriatique avec dépôt de soufre, formation de protochlorure, etc. L'analyse a donné :

Oxide de fer un peu hydraté. . .	0,300	
Protoxide de cuivre dissous. . .	0,080	
Acide phosphorique.	0,060	
Soufre rendu libre.	0,034	
Soufre combiné dans le résidu. .	0,120	
Cuivre métallique.	0,192	0332
Fer métallique.	0,020	
Quartz	0,180	
	0,986	

D'où l'on voit que la partie métallique non attaquée par l'acide muriatique, et débarrassée par la potasse du soufre devenu libre, a exactement la composition d'un mélange de deutosulfure de cuivre et de persulfure de fer.

63. *Sur un* Alliage de palladium et d'or *du Brésil*; par M. P. N. Johnson. (J. d'Erdman, t. XI, page 309.)

On obtient cet alliage par le lavage d'un minerai particulier, qui est exploité dans la mine *Gorgo Soco* au Brésil, et qui porte le nom de *zacotinga*. Ce zacotinga est un fer oligiste, dans lequel l'alliage de palladium et d'or se trouve en petits lits. Il y est accompagné de mica, d'oxide de manganèse et de quartz. Ce minerai a donné moyennement dans ces dix dernières années 25.000 liv. d'alliage par an. Cet alliage a présenté une richesse moyenne en or de 4 p. $\frac{0}{0}$. Le palladium se trouve dans cette substance en partie à l'état métallique allié à l'or; mais une bonne partie se trouve aussi à l'état d'oxide; on s'en assure facilement en le traitant par l'acide hydrochlorique qui dissout beaucoup de palladium. Ce n'est que depuis quatre ans que l'on tire partie du palladium et qu'on cherche à le séparer.

Voici le procédé que l'on suit pour cela:

On prend 6 liv. d'or palladié, 15 liv. d'argent, et on fond le tout avec une petite quantité de salpêtre et de borax dans un creuset. On obtient un culot métallique et une scorie. La scorie renferme outre les matières alcalines un peu d'oxide de fer, quelques parties terreuses, un peu de cuivre et d'osmium. Le métal est coulé en petits lingots, qui sont refondus une seconde fois et grenaillés. Pour séparer l'or de cet alliage, on le traite par de l'acide nitrique faible et ensuite par de l'acide plus concentré.

L'or reste seul comme résidu; on le fond et on le porte aux hôtels de monnaie.

La dissolution de palladium et d'argent est traitée par le sel marin qui précipite l'argent. On lave bien le précipité de chlorure d'argent.

Le chlorure d'argent est réduit par voie humide en le laissant digérer avec de l'acide sulfurique étendu et du zinc à une douce température, dans de grandes capsules qui peuvent contenir de 5 à 600 onces d'argent; on remue continuellement. Quand l'opération est terminée, on lave bien l'argent, on le fond et on le coule en lingot.

La dissolution de palladium est précipitée par du zinc métallique. Le précipité est bien lavé, puis traité par une certaine quantité d'acide nitrique. La dissolution nitrique est sursaturée avec de l'ammoniaque, il se forme un précipité qui se redissout complétement, à l'exception d'une petite quantité d'oxide de fer et quelquefois d'un peu d'oxides de platine et de plomb. On sépare ces matières par la filtration. On sursature ensuite la dissolution avec de l'acide hydrochlorique, qui détermine aussitôt un abondant précipité de chlorure double de palladium et d'ammonium. Il reste dans la dissolution un peu de cuivre et de palladium. Le précipité de sel double est lavé avec un peu d'eau froide, séché et décomposé par la chaleur. Ce procédé est beaucoup plus avantageux que celui qui consiste à employer le cyanure de mercure, et il donne le palladium dans un grand état de pureté.

Le palladium est employé par les Anglais pour préparer avec 20 p. $\frac{0}{0}$ d'argent, un alliage qui est employé par les dentistes. On s'en sert aussi pour faire des échelles de thermomètres ou de sextants.

RECHERCHES

Sur la réduction des minerais de fer;

Par M. P. BERTHIER.

Les mémoires que MM. Sauvage et Bineau viennent de publier ont fait voir combien est grande l'économie que peut procurer la substitution du bois en nature, vert ou plus ou moins fortement desséché, au charbon ordinaire dans les hauts-fourneaux. Cette économie est telle, qu'il y a lieu d'espérer que le nouveau procédé de fondage ne tardera pas à être universellement employé. Mais pour en retirer tous les avantages que l'on peut en attendre, il faudra chercher à faire en sorte que l'on consomme utilement la totalité des gaz combustibles qui s'échappent par le gueulard, et que les laitiers ne retiennent qu'une quantité insignifiante d'oxide de fer.

On sait, depuis longtemps, que les gaz qui sortent des hauts-fourneaux renferment une proportion considérable d'éléments combustibles, parmi lesquels l'oxide de carbone joue le principal rôle. L'attention a été appelée sur ce point, il y a près de vingt-cinq ans, par un mémoire inséré dans le Journal des mines (tom. XXXV, pag. 375, année 1814). M. Aubertot, habile maître de forges du département du Cher, a imaginé et le premier mis en pratique, divers moyens de tirer parti de ces gaz, et vers 1812 il a pris un brevet à ce sujet, non pour en faire un objet de spéculation, mais dans l'intention bien légitime de se réserver l'honneur de l'in-

vention. Cependant il n'a été imité que tardivement; et ce n'est que depuis peu de temps que l'on a commencé à comprendre l'importance de cette innovation pour l'art des forges. Les essais de M. Aubertot ont été répétés en Allemagne; on s'en occupe activement aujourd'hui dans le nord-est de la France, et l'on en obtient partout de grands avantages; mais on oublie trop que l'idée n'est pas nouvelle; et ce n'est pas sans étonnement que l'on voit des industriels se munir de brevets dans le but de s'approprier la jouissance exclusive d'une invention qui date de plus d'un quart de siècle, et que l'honorable maître de forges que j'ai nommé a généreusement livrée à la publicité.

On a reconnu que, dans l'état des choses, il est à peu près indifférent d'employer le bois tel qu'il sort des forêts, ou bien après l'avoir desséché plus ou moins fortement. Mais lorsqu'on voudra tirer toute l'utilité possible des gaz qui sortent du gueulard, il en sera probablement autrement; car la grande quantité de vapeur d'eau que laisse dégager le bois brut nuirait beaucoup aux effets que l'on peut espérer, soit parce que cette vapeur absorberait de la chaleur, soit parce qu'elle mettrait obstacle à l'inflammation des gaz. Je suis porté à croire, à cause de cela, que l'on finira par préférer dessécher le bois jusqu'à le brunir, si même on ne trouve pas plus avantageux encore de le transformer en charbon roux.

L'oxide de carbone agit comme réductif sur un très-grand nombre d'oxides métalliques : c'est une de ses propriétés les plus saillantes et qui a été constatée dès l'époque de sa découverte. (*Voyez* Ann. de chimie, tom. XXXIX, XLII et XLIII, et le Traité de chim. de Thomson, t. II, p. 25.)

M. Henry, de Manchester, a fait voir, il y a plusieurs années, que son action réductive est même plus forte que celle du gaz hydrogène. Les métallurgistes qui ont écrit sur les hauts-fourneaux n'ont pas manqué, du moins la plupart, d'avoir égard aux effets de réduction que ce gaz peut produire dans l'intérieur de ces fourneaux, et M. Sefströme a même annoncé, il y a plus de dix ans, qu'il avait constaté par expérience que « la réduction du fer s'opère déjà par le gaz oxide carbonique près de la sortie de ce gaz par l'ouverture supérieure du haut-fourneau. »(Traité de ch., par M. Berzélius, t. 3, p. 239, année 1831.)

D'après ces faits, il était tout naturel de penser que les gaz qui sortent du gueulard pourraient être employés à opérer la réduction des minerais, ou du moins à leur enlever une grande portion de l'oxygène qu'ils contiennent. Mais l'essai, qui a eu lieu à Plons près Sargans (Ann. des mines, t. VI, p. 461), a montré que la réduction qui s'effectue de cette manière est peu avancée, et j'ai trouvé également, par l'expérience en petit, qu'en faisant passer des vapeurs provenant de la carbonisation du bois, à travers de l'oxide de fer tenu à la chaleur rouge dans un tube de verre, cet oxide, quoiqu'il devienne magnétique, ne perd que très-peu d'oxygène. J'attribue cette impuissance de réduction de gaz d'ailleurs très-combustibles par eux-mêmes, à la forte proportion de vapeur d'eau dont ils sont mélangés; et il ne me paraît même pas impossible qu'à de certains moments, à l'instant, par exemple, où l'on jette la charge de bois et de minerai dans le fourneau, cette proportion de vapeur soit telle que les gaz oxident le fer au lieu de réduire son oxide. L'inconvénient, provenant de la

présence de la vapeur d'eau, serait bien moins grand dans les fourneaux alimentés par du charbon que dans ceux que l'on chauffe avec du bois vert; mais néanmoins, comme les minerais, et le charbon de halle lui-même, contiennent encore beaucoup d'eau, je suis disposé à croire que l'on ne pourra, dans aucun cas, tirer un parti avantageux des gaz du gueulard en les employant comme réductifs, et que c'est, au contraire, en les introduisant dans des fourneaux accessoires, après les avoir enflammés, à l'aide d'un mélange convenable d'air atmosphérique, que l'on parviendra à en faire un emploi profitable.

Cependant, si l'usage du bois en nature se propage, il sera très-utile de trouver un moyen de faciliter et d'accélérer la réduction du minerai; car, on a remarqué généralement que l'emploi du bois a diminué notablement le rendement en fer, et que, par suite, les laitiers sont devenus plus ferrugineux qu'ils ne le sont dans le traitement ordinaire au charbon. Cette perte de fer provient indubitablement de ce que le bois éprouvant une grande diminution de volume au fur et à mesure qu'il descend dans le fourneau, il en résulte qu'il se manifeste fréquemment des mouvements brusques qui occasionnent des *chutes de mine*, c'est-à-dire, des descentes dans le creuset de portions de minerai non encore complétement réduit. Ces chutes de mine n'ont l'inconvénient de diminuer le rendement en fer qu'à raison de ce que la réduction de chaque morceau de minerai ne pouvant s'effectuer, dans le mode de traitement ordinaire, qu'à l'aide des agents extérieurs par voie de cémentation, ce qui exige un temps assez long, s'il arrive qu'un morceau imparfaitement réduit

tombe dans le creuset, il se fond et se dissout aussitôt dans les laitiers sans que l'oxygène qu'il contient encore puisse lui être enlevé.

Il est évident que pareille chose n'aurait pas lieu si la matière ferrugineuse portait en elle-même son réductif, de telle sorte que chaque particule d'oxide se trouvât accompagnée d'une particule de substance combustible qui pût s'emparer de son oxygène; car alors, pour que la réduction fût complète, il suffirait que la masse, avant qu'elle parvînt au creuset, se trouvât échauffée au degré de chaleur strictement nécessaire, ne fût-ce que pendant un temps très-court; or, cela ne pourrait pas manquer d'arriver, quand même les chutes de mine seraient très-brusques et fréquentes.

Ces considérations me portent à penser qu'il pourrait être souvent avantageux de mêler intimement le minerai avec le combustible avant de l'introduire dans le fourneau. Pour cela, il faudrait réduire l'un et l'autre en poudre, et façonner le mélange en briquettes, en y ajoutant de la chaux éteinte pour leur donner de la consistance. J'ai déjà proposé, il y a plusieurs années, d'appliquer ce procédé au traitement des scories d'affinage dans les hauts-fourneaux, et il paraît que M. Ardaillon l'emploie avec succès dans ses usines de l'Horme, près Saint-Chamont. On trouverait dans cette méthode l'avantage de tirer parti des menus charbons et des débris de combustibles de toutes sortes, dont on ne fait actuellement presque aucun usage, et cela ne serait pas sans importance. En effet, 1 partie de peroxide de fer pur consomme 0,1173 de carbone pour se réduire, en supposant que tout le carbone soit transformé en acide carbonique; les minerais

ordinaires, qui renferment, terme moyen, 0,50 d'oxide de fer, et produisent 0,35 de fonte au haut-fourneau, brûlent donc au moins 0,0586 de charbon en se réduisant; d'où il suit, que pour obtenir 1 partie de fonte, la quantité de charbon consommé dans l'acte de la réduction est de 0,17 au moins; cette quantité serait double, ou de 0,34, si le carbone et l'oxygène ne formaient en se combinant que de l'oxide de carbone. Or, la consommation totale qu'exige la production de 1 partie de fonte, étant comprise entre 1 et 1,5, on voit que la portion qui opère la réduction s'élève toujours à plus du neuvième du total, et qu'elle est même quelquefois de plus du sixième.

Toutefois, quant à l'économie définitive que l'on peut espérer de ce moyen de réduction, il reste à savoir si les frais de préparation des briquettes n'absorberaient pas les bénéfices provenant de la diminution de consommation du combustible et du plus grand rendement du minerai; à cet égard l'expérience seule peut prononcer; mais toujours est-il certain que des essais dirigés dans ce but auraient un grand intérêt.

Je crois donc faire une chose utile aux personnes qui se décideront à entreprendre de semblables essais, en consignant ici le résultat sommaire de quelques recherches de laboratoire dont je me suis occupé à ce sujet.

On pourrait mêler au minerai de fer, pour le réduire, de la sciure de bois, de la tourbe, du charbon de bois à l'état de fraisil provenant des balayures des halles, etc., ou de la houille.

Dans le traitement au bois, la *sciure*, provenant du débit des gros morceaux en bûchettes, ne laisse pas que de former une masse assez considérable,

puisque, selon M. l'ingénieur Bineau, son poids s'élève, terme moyen, aux 0,03 de celui du bois débité. Son état d'extrême division ne permettrait guère d'en faire un autre emploi que celui que j'ai indiqué. Pour pouvoir apprécier la manière dont elle agirait, il m'a paru convenable d'examiner d'abord comment elle se comporte à une température déterminée voisine du point de réduction de l'oxide de fer.

A cet effet, j'en ai distillé un poids connu dans une petite cornue de verre que j'ai chauffée graduellement, en maintenant la panse dans un creuset rempli de plomb découpé en petits morceaux; j'ai poussé le feu jusqu'au point de faire fondre le métal, mais j'ai fait en sorte de ne dépasser que de très-peu le terme de la fusion, en sorte que l'expérience doit être considérée comme ayant été faite à la température d'environ 40° c. J'ai entretenu le métal à l'état de liquidité pâteuse pendant deux heures, et en ayant soin de couvrir le bain métallique de charbon de brasque pour empêcher l'oxidation; puis, quand j'ai retiré la cornue, j'ai fait tomber quelques gouttes d'eau sur le dôme pour l'étonner, et de cette manière j'ai pu en détacher le col sans choc, et recueillir avec exactitude le résidu de la distillation. De la sciure bien desséchée à l'air m'a donné de cette manière 0,25 à 0,26 de charbon de couleur noire, mais ce charbon perdait encore par une forte calcination le 5e de son poids; en sorte qu'en définitive la sciure a produit dans l'expérience 0,20 de charbon calciné, proportion que l'on atteint bien rarement par la carbonisation en forêt. On voit par là que pour arriver au *maximum* de produit, il suffit de bien graduer la chaleur, mais sans qu'il soit nécessaire d'em-

ployer pour cela un temps très-long, et de plus qu'à la température de 400° la décomposition du bois n'est pas aussi avancée que dans les fauldes, puisque, comme on le sait, le charbon de forêt ne perd généralement que 0,07 à 0,08 de son poids par une forte calcination.

J'ai distillé aussi, à la température du plomb fondant, du charbon roux préparé dans la manufacture d'Angoulême pour la fabrication de la poudre, et qui perdait 0,43 à la calcination. Il y a eu condensation d'eau et d'huiles de couleur peu foncée dans le col de la cornue, et il est resté dans la panse 0,75 de charbon d'un noir pur comme le précédent; ce charbon a perdu 0,24 de son poids par une forte calcination.

La plus grande partie des matières volatiles que fournit le bois à la distillation, se dégageant à une température inférieure à 400°, il était présumable que ces matières ne joueraient qu'un rôle peu important dans la réduction. Pour savoir ce qu'il en est, j'ai chauffé dans une cornue de verre, au bain de plomb, comme ci-dessus, un mélange de 3 gr. de peroxide de fer et de 1 gr. de sciure de bois; j'ai recueilli le résidu, et en le traitant par l'acide muriatique, etc., j'ai trouvé qu'il renfermait beaucoup de charbon, et qu'il ne contenait qu'un dixième de son poids de protoxide de fer, tout au plus. Le col de la cornue contenait d'ailleurs les huiles que donne ordinairement le bois à la distillation; la réduction commençait donc à peine à s'effectuer à la température à laquelle l'expérience a été faite. D'après les observations de M. Sauvage, on sait que cette température est supérieure à celle qui a lieu dans les caisses de dessiccation du bois, aussi le minerai

de fer n'éprouve-t-il aucune altération dans ces caisses. M. Sauvage ayant constaté encore qu'à 2^{mèt}. au-dessous de la plate-forme d'un haut-fourneau la chaleur n'est pas suffisante pour faire fondre l'étain, c'est-à-dire qu'elle n'atteint pas 228° (1), il s'ensuit que la décomposition du bois ne doit s'effectuer que lentement dans le fourneau, ce qui est favorable à son rendement en charbon, et de plus, que la réduction du minerai ne commence à avoir lieu qu'à une profondeur qui est très-grande quand le combustible est du bois.

Il résulte des expériences que je viens de rapporter, que la sciure mélangée au minerai n'agirait guère comme réductif que par le charbon qu'elle laisserait en se décomposant; cependant comme les gaz et les vapeurs qui s'en dégageraient pourraient être employés utilement hors du fourneau, ce mélange n'en serait pas moins utile, puisqu'il aurait pour effet de donner à la sciure la même valeur qu'au bois en morceaux.

La tourbe, n'étant que du ligneux un peu altéré, se comporterait avec les minerais de fer de la même manière que le bois. Ce serait un excellent moyen de tirer parti de ce combustible que de l'employer comme réductif, surtout lorsqu'on l'extrait à l'état vaseux, et quand les matières terreuses qu'il contient sont calcaires, ce qui est le

(1) Cependant on remarque que la chaleur est souvent très-forte à l'embouchure du fourneau, sur les bords du gueulard, principalement dans les moments qui précèdent celui où l'on fait la charge; mais cela tient évidemment à ce que la colonne de gaz qui sort du fourneau s'enflamme partout où elle reçoit le contact de l'air, et qu'il se développe ainsi sur son pourtour une chaleur qui, dans certains instants, peut être très-considérable.

cas le plus fréquent. Les maîtres de forges de la Champagne seraient mieux que tous les autres en position d'en faire l'essai.

On vient de voir que les matières volatiles qui se dégagent du bois à la chaleur de 400° c., n'exercent qu'une action réductive insignifiante sur le peroxide de fer. Il n'en est pas de même de la portion des matières volatiles que l'on ne peut expulser que par une chaleur plus élevée. En effet, ayant chauffé dans une cornue de verre, à la chaleur rouge cerise, quatre mélanges composés, l'un de 3 gr. de peroxide de fer et 1 gr. de sciure de bois; le second, de 3 gr. de peroxide de fer et 0 gr.,7 de charbon roux; le troisième, de 3 gr. de peroxide de fer et 1 gr. de charbon ordinaire; et le quatrième, de 3 gr. de peroxide de fer et 1 gr. de charbon très-fortement calciné, j'ai trouvé que dans le premier mélange le peroxide avait été ramené à peu près à l'état d'oxide magnétique; que dans le second la réduction était un peu moins avancée; que dans le troisième elle l'était moins encore, quoique la matière fût très-fortement attirable, et que dans le quatrième il ne s'était produit qu'une quantité tout à fait insignifiante de protoxide de fer. Si dans les mêmes mélanges on remplace le peroxide par des battitures, il n'y a pas la moindre apparence de réduction.

Il est très-facile de chauffer une cornue à telle température que l'on veut, dont on se contente d'évaluer le degré par la couleur; il suffit pour cela de placer la cornue dans un creuset de terre, en l'appuyant sur le bord du creuset, et de telle façon que la panse occupe le centre et ne touche pas les parois. En chauffant peu à peu le creuset jusqu'à l'amener au blanc naissant, la cornue de-

vient d'un rouge décidé jusqu'au centre, et l'on peut même sans difficulté la ramollir jusqu'au point de la déformer.

Ayant trouvé la limite de température à laquelle l'oxide de fer commence seulement à être réduit par le charbon, j'ai voulu déterminer une autre limite à laquelle la réduction fût complète. Pour cela, j'ai placé dans un petit creuset bien couvert un mélange de 6 gr. de battitures et 2 gr. de charbon ayant servi de brasque pour un essai de fer, et j'ai chauffé ce creuset dans un fourneau de calcination à une chaleur que l'on peut évaluer à 50° pyrométriques. Au bout de très-peu de temps la réduction a été complète, et la masse s'est trouvée changée en une poudre de fer métallique contenant encore du charbon. Comme dans les hauts-fourneaux la température s'élève au moins à 140° pyrométriques à la hauteur de la tuyère, il est évident que la réduction du minerai pourrait s'effectuer complétement bien au-dessus de ce point, si chaque particule d'oxide se trouvait en contact avec le combustible.

On peut aisément chauffer des fours à réverbère à plus de 50° p. à l'aide de la flamme perdue des hauts-fourneaux; il serait donc facile de réduire le minerai de fer dans de pareils fourneaux, si on jugeait que cela pût être avantageux, en en faisant des briquettes avec du charbon et de la chaux.

Parmi les oxides des métaux usuels, il y en a qui exigent pour se réduire au contact des combustibles, une température aussi élevée au moins que l'oxide de fer, et d'autres qui se réduisent beaucoup plus facilement.

Au rouge cerise l'oxide de zinc n'est aucunement altéré par le charbon calciné; mais à la chaleur blanche (50 ou 60° pyr.), il est réduit

complétement, et si l'on opère dans un creuset, les bords de ce creuset se trouvent hérissés d'aiguilles blanches d'oxide de zinc, qui se forment, par la combustion de la vapeur de zinc, au contact de l'air ou du gaz acide carbonique qui émane du foyer.

Le deutoxide d'étain n'est pas réduit non plus à la simple chaleur rouge, ni même ramené à un degré inférieur d'oxidation par le charbon calciné; mais à la chaleur blanche il se réduit complétement avec une grande rapidité.

Le charbon n'agit pas sur l'acide antimonieux à la température du plomb fondant; mais au rouge il le réduit en métal en le faisant passer par l'état de protoxide.

A la température de 400° le deutoxide de cuivre n'est pas altéré par le charbon; mais à la chaleur rouge il est complétement réduit, et la panse de la cornue se trouve contenir une masse métallique, d'un beau rouge, poreuse, qui occupe le même volume que l'oxide, et qui se laisse comprimer comme une éponge.

Lorsqu'on chauffe, à la chaleur du bain de plomb, du deutoxide de cuivre avec le dixième de son poids de sciure de bois, il se dégage de la fumée et des huiles brunes; mais il y a en même temps réaction des deux matières l'une sur l'autre, et le deutoxide se change en protoxide, sans que celui-ci contienne de trace de cuivre métallique.

La litharge n'est pas réduite par le charbon calciné, à la température de 400° c.; mais au rouge, elle est amenée à l'état métallique, et si l'on ménage la chaleur avec soin, on peut obtenir le plomb sous forme d'éponge métallique tout comme le cuivre.

Lorsqu'on chauffe de la litharge à 400° c. avec le vingtième de son poids de sciure de bois, elle est réduite à peu près en totalité et transformée en éponge métallique, et il ne se dégage qu'une très-petite quantité de matières huileuses ; si l'on diminue la proportion de sciure, ou si l'on recouvre le mélange avec de la litharge pure, la réduction n'est pas totale, mais la sciure est complétement brûlée.

Les houilles se comportent en général comme le bois à la distillation, et il est même plus facile d'en chasser la totalité des matières volatiles par la chaleur. Il est donc probable qu'elles joueraient le même rôle comme réductif, c'est-à-dire qu'elles n'agiraient que par le charbon ou coke qu'elles laissent à la calcination. Cependant, comme les vapeurs qui s'en dégagent ne contiennent que peu d'eau et sont moins oxygénées que celles qui proviennent du bois, il est possible que les houilles soient plus efficaces que le bois pour opérer la réduction ; je n'en ai pas fait l'essai, mais j'ai examiné ce qui a lieu dans la distillation. J'ai pris pour cela une houille très-riche en carbone, et considérée presque comme une anthracite, qui provenait des mines de la Combelle (grande couche), près Brassac, département du Puy-de-Dôme.

Cette houille est d'un beau noir, fragile, tendre, feuilletée dans divers sens, et à cassure conchoïde luisante dans le sens transversal. Sa poussière est noire, elle colle et elle perd 0,173 de son poids par la calcination. On en a introduit 3 gr. réduits en poudre dans une petite cornue, et l'on a chauffé celle-ci au bain de plomb; la matière est restée pulvérulente, son poids n'a diminué que de

o gr. 10=0,03, et il y avait à peine des traces d'huile dans le col de la cornue. Mais l'opération ayant été répétée à la chaleur rouge, il a passé à la distillation des huiles visqueuses brunes, et le résidu formait une masse agglomérée sans bulles, ayant exactement le même volume, et le même aspect que la houille employée : ce résidu pesait 2 g. 55. La houille avait donc perdu o g. 45=0,15 environ de son poids, d'où l'on voit que sa décomposition avait été presque complète; tandis qu'à cette température le bois laisse un charbon qui retient encore le cinquième de son poids de matières volatiles.

---

directe, et de nombreux tableaux leur ont été consacrés dans le précédent résumé des travaux statistiques. On n'a pas cru devoir reproduire pour 1836 des détails sur lesquels il n'y a lieu de revenir qu'à des intervalles assez éloignés. En conséquence, on s'est contenté de reproduire ci contre les résultats relatifs à l'année 1835.

Totaux

Cl

1re section. Elaboration des substances non métalliques.	Verreries, cristal Fabriq. de porce Fabriques de pot Fab. de tuiles, bri Fabriques de ch Fabriques de pl Fabriq. de prod	146,260,725
2e section. Elaboration des métaux.	Elaborat. du cui Martinage du cu Elaborations du	4,999,524
Totaux		(7) 151,260,249
Total des ouvriers ... minérale. . . .		360,356,326
En tenant compte du 1/10 a... bustibles minéraux (voir la no... s'élève à.		363,017,033

(7) Bien que, d'après la note précédente, le total du chap. V dût être le même que celui de l'année dernière, des documents plus récents ont permis de rectifier une erreur qui s'était glissée à l'article des verreries. De là provient la différence qu'offrent les totaux des deux années.

...istiques de l'administration des mines en 1837.

JURISPRUDENCE DES MINES;

Par M. DE CHEPPE, chef de la division des mines.

MINES. — INDEMNITÉS POUR TRAVAUX ANTÉRIEURS AUX CONCESSIONS.

1. *C'est aux conseils de préfecture qu'il appartient de statuer sur toutes les questions d'indemnités dues par le concessionnaire d'une mine pour des recherches ou travaux que des tiers ont exécutés, antérieurement à la concession, et d'ordonner d'office l'expertise si les parties ne s'accordent pas pour choisir leurs experts.*

2. *Il est juste de comprendre dans ces sortes d'estimations, non-seulement les travaux qui peuvent directement servir à l'exploitation, mais encore ceux qui, comme simples* recherches, *auraient fourni d'utiles renseignements sur le gisement de la mine.*

3. *Il est juste aussi de tenir compte, suivant les circonstances, du surcroît de dépenses qu'ont occasionnées les incertitudes où se trouvaient les explorateurs sur l'allure et la disposition des gîtes, à l'époque où ils ont effectué ces travaux.*

4. *Le conseil de préfecture a toute latitude pour décider les diverses questions qui se rattachent à ces recherches et travaux. Il est libre de fixer, soit des indemnités partielles pour chaque ouvrage, soit une indemnité unique pour ces ouvrages pris en masse.*

Une ordonnance royale du 9 juin 1832 a concédé à MM. Bouquet, Crouzier et compagnie, la mine de

houille dite de *Bert*, dans le département de l'Allier. L'article 5 a stipulé que les concessionnaires paieraient à qui de droit les indemnités qui pourraient être dues pour les travaux ou recherches antérieurs à l'acte de concession, ainsi que cela est prescrit par l'article 46 de la loi du 21 avril 1810. Le cahier des charges, annexé à l'ordonnance, leur a en outre enjoint de poursuivre et de mettre en communication avec leurs propres travaux certains ouvrages qui avaient été effectués par une autre société, la compagnie Meilheurat-Rossigneux, laquelle y avait entrepris des explorations.

Ces deux sociétés n'ayant pu s'accorder sur le prix de ces travaux, et la compagnie Bouquet-Crouzier n'ayant pas voulu nommer d'expert, la compagnie Meilheurat-Rossigneux s'est adressée au préfet de l'Allier pour qu'il fît procéder d'office à cette expertise.

Ce magistrat crut devoir obtempérer à cette demande, et par un arrêté du 18 octobre 1832, il prescrivit à la compagnie Bouquet-Crouzier de choisir son expert, sinon qu'il serait désigné d'office.

Cette compagnie s'est pourvue contre cet arrêté comme étant incompétemment rendu. Sa réclamation a été accueillie, et l'arrêté annulé par une décision du ministre du commerce et des travaux publics, du 9 janvier 1833. En effet, l'article 46 de la loi du 21 avril 1810 ayant attribué aux conseils de préfecture la connaissance de toutes ces questions d'indemnités, le droit de prescrire l'expertise, d'en indiquer l'objet appartient à l'autorité qui est chargée de prononcer sur la contestation, c'est-à-dire aux conseils de préfecture eux-mêmes. C'était par conséquent au conseil de préfecture de l'Allier qu'il appartenait dans l'espèce de statuer sur la demande de la compagnie Rossigneux. Le préfet, en évoquant ce litige, était sorti des limites de sa compétence.

Les parties étant renvoyées par la décision du ministre devant le conseil de préfecture de l'Allier, ce conseil a ordonné l'expertise, le 4 mars 1833, et chacune des deux compagnies a alors constitué un expert.

L'expert de la compagnie Meilheurat-Rossigneux a pensé qu'il convenait de tenir compte, dans l'estimation, des difficultés qu'on avait dû rencontrer dans l'origine, alors que l'on n'avait pour se guider que des présomptions vagues sur l'allure et la désignation des couches. Il a en

conséquence estimé ce que les mêmes travaux coûteraient s'ils étaient effectués à l'aide des connaissances que l'on a acquises depuis sur les mines de Bert, puis il a augmenté ce résultat d'un tiers. Il est arrivé ainsi à une évaluation de 27,144 francs.

L'expert des concessionnaires n'a pas cru devoir opérer d'après le même mode. Il a déclaré qu'il estimait les travaux au prix qu'ils ont dû coûter à l'époque de leur exécution, sans égard à ce surcroît de dépense qu'avait dû occasionner l'ignorance où l'on était des principales circonstances du gisement. Il lui a paru, en outre, qu'il était juste d'opérer sur ce total une forte réduction, pour cause des détériorations que ces travaux avaient éprouvées depuis leur confection. La valeur qu'il a trouvée en procédant d'après ces bases a été de 14,029 francs. De plus, il a été d'avis qu'on ne devait pas obliger les concessionnaires à payer tous les travaux exécutés, mais ceux-là seulement qui leur seraient utiles. Il n'a considéré comme tels que l'ouverture d'un seul puits, qu'il a évalué à 5,397 francs, et c'est cette somme en définitive qui lui a semblé devoir être payée par la compagnie Bouquet-Crouzier.

L'autre expert a combattu son système. Il a représenté notamment que l'on agirait contrairement à l'esprit de la loi du 21 avril 1810, si on se bornait à rembourser les seuls travaux qui pourraient être mis à profit par les concessionnaires.

Le conseil de préfecture a nommé un tiers arbitre pour vider le partage.

Ce tiers-expert s'est rangé en partie à l'opinion de l'expert de la compagnie Meilheurat-Rossigneux; il a pensé, comme lui, que l'on devait tenir compte des difficultés éprouvées dans l'origine. Seulement, après avoir estimé ce que coûteraient les travaux si on avait aujourd'hui à les entreprendre, il a jugé ne devoir augmenter cette somme que de $\frac{1}{5}$, et non de $\frac{1}{3}$, et il l'a portée de cette manière à 22,959 francs. Quant aux dégradations survenues, il a exposé qu'elles ne lui paraissaient pas pouvoir donner lieu à une réduction, attendu qu'elles provenaient des retards que les concessionnaires avaient mis à prendre possession de ces divers ouvrages. En ce qui concerne la question de savoir si l'on ne devait comprendre que le prix des travaux utiles à l'exploitation, il s'est prononcé pour l'affirmative; mais il a observé que le cahier des charges ayant désigné aux

concessionnaires certains puits et galeries ouverts par la compagnie Meilheurat-Rossigneux, en leur faisant une obligation de s'en servir, avait ainsi décidé de leur utilité. Un autre puits, dont ne faisait pas mention le cahier des charges, lui a semblé aussi être d'une utilité immédiate, et il a proposé de ne retrancher que la valeur d'un quatrième puits qui lui a paru devoir rester sans emploi. D'après ces calculs, il a réduit son estimation à 19,988 francs.

Le 5 septembre 1833, le conseil de préfecture a fixé en masse à la somme de 18,000 francs l'indemnité qui serait payée à la compagnie Meilheurat-Rossigneux par les concessionnaires.

Ceux-ci se sont pourvus au conseil d'Etat contre cet arrêté. Ils ont en même temps demandé qu'il fût sursis à l'exécution jusqu'au jugement définitif sur le fond. Ce sursis a été accordé par une ordonnance royale du 25 avril 1834, à la charge par les réclamants, suivant l'offre qu'ils en faisaient eux-mêmes de déposer à la caisse des dépôts et consignations la somme de 18,000 francs, ce qu'ils ont effectué.

Dans leur réclamation contre la décision du conseil de préfecture, ils ont soutenu qu'elle était nulle :

1° Comme ayant été rendue incompétemment et par un excès de pouvoir; selon eux, c'était aux tribunaux qu'il appartenait de prononcer sur ces questions d'indemnités ;

2° Comme ayant statué prématurément, en adjugeant une indemnité avant qu'ils eussent produit leur plan d'exploitation et fait connaître les anciens travaux dont ils pourraient se servir;

3° Ils reprochaient à l'arrêté du 5 septembre de n'avoir point énoncé les motifs de la décision ;

4° Ils soutenaient que l'indemnité était fixée à un taux exorbitant.

L'administration des mines a été consultée sur ce litige. Le conseil général des mines a été d'avis qu'aucune de ces objections n'était fondée.

Le conseil de préfecture était compétent. L'article 46 de la loi du 21 avril 1810 est positif; il porte : « Toutes » les questions d'indemnités à payer par les propriétaires » de mines à raison de recherches ou travaux antérieurs » à l'acte de concession seront décidées conformément à » l'article 4 de la loi du 28 pluviôse an 8. » Or ce dernier article établit formellement la compétence des conseils de

préfecture. D'un autre côté, on n'a point statué prématurément en adjugeant une indemnité avant que les concessionnaires eussent indiqué le mode d'exploitation qu'ils se proposaient de suivre. Il y avait lieu de procéder au règlement d'indemnité aussitôt que la concession a été instituée : la loi et l'ordonnance n'assignaient à cet égard aucun délai ; et d'ailleurs les concessionnaires se trouvant dès cette époque libres de prendre possession de ces travaux, c'était bien le moment d'en régler le prix ; la livraison des ouvrages était faite en quelque sorte ; et, d'après le Code civil, le prix de la chose est dû aussitôt qu'elle est livrée, à moins de conventions contraires. Quant à la question de leur utilité, sans doute on ne devrait point comprendre dans des estimations de cette nature des ouvrages qui auraient été entrepris avec une inexpérience manifeste de l'art des mines et qui n'auraient absolument servi à rien ; mais on ne doit pas non plus n'y faire entrer que ceux qui sont d'une utilité directe pour l'exploitation. Il en est qui, sans pouvoir y servir directement, ont eu cependant pour résultat de fournir des renseignements sur l'allure et la disposition des gîtes. Quand on ne les considérerait que comme des travaux de recherches, les travaux de cette nature doivent être aux termes de l'article 46 de la loi, aussi bien que les travaux propres à l'extraction, l'objet d'une indemnité. C'est aux conseils de préfecture à apprécier les faits, les circonstances dans chaque espèce qui leur est déférée, et à statuer en conséquence.

Le même article 46 leur laisse toute latitude pour décider les questions qui se rattachent aux recherches et aux travaux de toute nature exécutés antérieurement à la concession. Ils ne sont pas absolument obligés de déduire les motifs de leurs décisions, ni astreints à suivre de préférence tel ou tel mode d'appréciation. Le conseil de préfecture de l'Allier avait donc la faculté de fixer, comme il l'entendait, une indemnité partielle pour chaque espèce de travaux, ou de comprendre toutes ces indemnités en masse dans une somme unique. C'est de cette dernière manière qu'il a opéré : la variété et la multiplicité des objets qu'il avait à apprécier, la difficulté d'assigner à chacun d'eux une valeur absolue, ne permettaient guère de faire autrement.

Enfin, l'indemnité ne paraissait nullement fixée à un taux exorbitant. Elle offrait un moyen terme entre les

évaluations des experts, et tout indiquait qu'on y avait concilié le mieux possible les prétentions opposées des parties. La réduction opérée par l'expert des concessionnaires sur le prix des travaux à raison de leur détérioration, depuis l'époque où ils avaient été exécutés, n'était point fondée. Certainement on doit avoir égard, dans ces sortes d'appréciations, à l'état où se trouvent les ouvrages; mais ici il était constant que les détériorations ne provenaient que des retards que la compagnie concessionnaire avait mis à prendre possession de ces travaux, à les conserver et les entretenir; elle devait donc supporter seule les avaries qu'ils avaient subies. Pareillement l'équité voulait qu'on prît pour base de leur estimation ce qu'ils avaient dû coûter à l'époque de leur confection, ou en d'autres termes, qu'on ajoutât, comme l'avaient fait les deux autres experts, au prix auquel ils reviendraient dans le moment actuel, une *plus value* pour compenser le surcroît de dépenses qu'avaient entraînées, de la part des premiers explorateurs, les incertitudes où ils se trouvaient sur la position et la direction des gîtes. Le principe d'une *plus value* est juste en soi et conforme à l'esprit de l'article 46 de la loi : des recherches présentent toujours un plus ou moins grand nombre de tentatives infructueuses, et au milieu des tâtonnements qu'elles exigent, on conçoit très-bien que les dépenses s'accroissent; il serait contraire à l'équité de refuser de tenir compte aux explorateurs de cette augmentation de dépenses, pour des recherches qui ont puissamment contribué à la connaissance de la mine, et ont épargné ainsi aux concessionnaires des frais qu'ils auraient été obligés de faire eux-mêmes.

L'avis du conseil général des mines a été adopté par le directeur général des ponts et chaussées et des mines, et le ministre des travaux publics, de l'agriculture et du commerce l'a partagé en faisant connaître au garde des sceaux, dans sa réponse, l'opinion de l'administration sur ce litige.

Le conseil d'état n'a point eu occasion de se prononcer sur le fond de l'affaire, la compagnie Bouquet-Crouzier, par une déclaration du 10 août 1837, s'étant désistée purement et simplement de son pourvoi; une ordonnance royale du 19 du même mois a donné acte aux parties de ce désistement, et a condamné cette compagnie aux dépens. Mais en abandonnant ses réclamations, celle-ci a par le fait reconnu elle-même la justesse des principes sur les-

quels étaient fondées les décisions du conseil de préfecture de l'Allier.

MINES. — REDEVANCES.

Quand une mine a été en perte pendant une année, et n'a pas dû en conséquence être imposée à la redevance proportionnelle, il n'y a pas lieu, lors de l'imposition de l'année suivante, de porter le déficit en ligne de compte dans la dépense de cette dernière année.

La loi du 21 avril 1810 (art. 37) veut que la redevance proportionnelle soit *imposée* et *perçue* comme la contribution foncière. Or, les pertes qu'un propriétaire foncier a pu éprouver, dans le cours d'un exercice, ne sont pas portées en défalcation du revenu net pour lequel il est imposé l'année suivante. On ne saurait donc, à l'égard d'un propriétaire de mine, agir selon d'autres règles.

Les dispositions du décret du 6 mai 1811 corroborent d'ailleurs le principe d'assimilation posé par la loi de 1810. La section Ire du titre 2 de ce décret énonce effectivement que les états d'exploitation seront dressés chaque année (art. 17). *Le revenu net imposable* est déterminé par le comité d'évaluation dont les membres peuvent être en partie renouvelés d'année en année, et qui ont dû s'éclairer, en premier lieu, des chiffres et annotations portées sur les états par le comité de *répartition*, et en second lieu, des renseignements fournis par l'ingénieur des mines et par le préfet (art. 28). L'office du comité d'évaluation se borne, en un mot, en cas de bénéfice retiré du travail de l'exercice soumis à son examen, à fixer le chiffre de *revenu net* à imposer, ou, dans le cas contraire, à déclarer que, comparaison faite de la recette et de la dépense, l'année n'a pas présenté de revenu imposable. Et, en effet, l'état d'*exploitation*, qui forme la base réelle de son travail, n'embrasse évidemment qu'un *seul exercice*, abstraction faite des événements antérieurs.

On ne peut donc pas, dans la détermination du revenu net imposable d'une mine, porter en dépense le déficit de l'année précédente, ni à plus forte raison les déficits successifs d'années antérieures.

Ce principe a été particulièrement établi dans un avis du conseil général des mines des 6 et 13 octobre 1834, relatif aux mines de cuivre de Chessy et Sainbel (Rhône). Il a été adopté par M. le directeur général des ponts et chaussées et des mines, et approuvé par M. le ministre des finances, le 28 février 1835.

Mines. — Redevances.

Quand deux mines formant des concessions distinctes appartiennent au même propriétaire, elles doivent être considérées isolément à l'égard de la redevance; et en conséquence le déficit de l'une des mines ne peut être admis en dépense dans l'évaluation du revenu net imposable de l'autre mine.

Les deux concessions de Chessy et Sainbel, dont il vient d'être parlé dans l'article qui précède, ont été accordées par le même acte, aux mêmes personnes. Elles ont toutes deux pour objet la même substance minérale. Elles sont aujourd'hui, comme dès l'origine, régies par une administration commune et à l'aide d'un même fonds de roulement. Les minerais extraits n'ont de *valeur marchande*, qu'après avoir subi une suite de traitements métallurgiques, dont une partie s'exécute dans la seule fonderie de Chessy; enfin la vente des produits des deux concessions constitue une seule et même opération commerciale.

Doit-on, pour l'imposition de la redevance proportionnelle, confondre les produits bruts et les dépenses des deux concessions, de manière à obtenir par la différence entre ces produits bruts et ces dépenses un *seul* revenu imposable? ou bien faut-il établir *séparément* les produits bruts et les dépenses de chaque concession, et évaluer le revenu net imposable de chacune d'elles? L'un ou l'autre mode de procéder serait indifférent quant aux intérêts du trésor, si chacune des concessions était en bénéfice. Car en définitive peu importerait au trésor de recevoir en une seule cote ou en deux cotes valant ensemble la première, la redevance proportionnelle à laquelle il aurait droit, mais si l'une des mines seulement présentait des bénéfices, et si l'autre cau-

sait des pertes, il arriverait qu'en cumulant les recettes des deux mines ainsi que leurs dépenses, et en faisant la différence des recettes et des dépenses, le bénéfice net de l'ensemble des deux mines serait inférieur au bénéfice de la mine qui est en situation prospère ; il ne représenterait que le revenu de cette mine diminué du déficit de l'autre mine supposée en perte : en sorte que dans cette manière d'opérer, l'impôt proportionnel qui frapperait sur le résultat final de l'entreprise des deux mines serait moindre que s'il frappait sur la seule mine qui donne un revenu net.

Des deux mines de Chessy et Sainbel, la première réalisant des bénéfices, et la seconde étant onéreuse aux exploitants, le mode à suivre pour l'imposition importait aux intérêts du trésor.

Le conseil général des mines, dans l'avis qui vient d'être cité, des 6 et 13 octobre 1834, et dans un autre avis du 12 mars 1835, a pensé qu'en thèse générale chaque concession devait être considérée isolément sous le rapport de l'imposition à la redevance, mais il a conclu que par une tolérance subordonnée à la situation des mines de Chessy et Sainbel et à la connexité intime des opérations industrielles et commerciales des concessionnaires qui les exploitent, le principe général pouvait fléchir dans l'espèce. M. le ministre des finances n'a pas partagé cette opinion. Il a décidé le 8 mars 1835, et plus explicitement le 8 mai de la même année, que l'exception invoquée ne pouvait en aucune manière avoir lieu.

Il a remarqué qu'il y avait ici deux concessions ou deux propriétés distinctes, ayant chacune leurs bâtiments d'exploitation dans des localités différentes, où sont émis et perçus séparément les rôles des redevances. La division des deux concessions dont il s'agit ne se trouve pas anéantie par l'identité du jour où elles ont été accordées, ni par l'homogénéité de leurs produits, ni par l'unité des propriétaires qui ont réuni les deux établissements dans la même administration.

Si l'un de ces établissements venait à être vendu, il n'y aurait plus fusion d'intérêts et d'opérations, et il est évident qu'alors les propriétaires de la mine de Chessy subiraient la redevance proportionnelle résultant de son produit net, et ceux de la mine de Sainbel, faute de produit, obtiendraient seulement l'exemption de cette redevance. Cette application des règlements ne peut être modifiée par le seul

motif que les deux mines appartiennent aux mêmes propriétaires. La loi du 21 avril 1810 autorise (art. 10) la réunion de plusieurs concessions entre les mains du même concessionnaire, soit pour son propre compte, soit comme représentant une compagnie, à la charge de tenir en activité l'exploitation de chaque concession; mais elle ne contient, non plus que le décret du 6 mai 1811, aucune disposition qui puisse justifier les conséquences que, sous le rapport de l'impôt, on voudrait tirer de cette réunion; et l'état ne doit pas perdre son droit de redevance proportionnelle sur le produit effectif de l'une des deux concessions, lorsque déjà, à défaut de produit, il aura été obligé d'y renoncer pour l'autre.

En suivant l'analogie posée par l'art. 37 de la loi du 21 avril 1810, entre la redevance proportionnelle et la contribution foncière, les concessionnaires de Chessy et Sainbel sont dans la même position qu'un individu qui posséderait dans la même contrée deux usines, fabriques ou manufactures de même espèce, et les exploiterait l'une avec bénéfice, l'autre avec perte. Les dégrèvements qu'il réclamerait en raison des dépenses qu'il aurait été obligé de faire dans celle-ci, et qui en auraient absorbé les produits, ne pourraient porter que sur les contributions y relatives et non sur celles de l'autre, quoique cependant il y eût pour les deux établissements un même fonds de roulement et centralisation d'opérations commerciales.

En conséquence, le ministre a décidé que la législation sur les mines, non moins que les intérêts du trésor s'opposaient à ce que, par exception pour les concessionnaires de Chessy et Sainbel, on méconnût le principe d'après lequel des mines appartenant aux mêmes individus, mais formant des concessions distinctes, doivent, malgré l'homogénéité de leurs produits et l'unité de leur administration, être soumises séparément à la redevance proportionnelle, à raison de leur revenu net, s'il en existe, sans que le déficit que présenterait l'exploitation de l'une de ces mines puisse venir en déduction du produit de l'autre.

Mines. — Redevances.

Lorsque plusieurs concessions sont réunies entre les mains d'un même propriétaire, et que celui-ci veut obtenir un abonnement à la redevance proportionnelle, il doit former une demande séparée pour chaque mine, une décision spéciale intervient sur chaque demande d'abonnement.

Les concessions houillères de Lassalle, de Serons et Palayret, et du Rial, département de l'Aveyron, appartiennent à la compagnie des houillères et fonderies de l'Aveyron ; la compagnie sollicita un abonnement à la redevance proportionnelle pour les trois mines pendant les années 1835, 1836 et 1837. On fut d'accord que les trois mines devaient payer ensemble une redevance proportionnelle de 1,000 francs en principal pendant chacune des trois années. Mais par application du principe rappelé dans les articles qui précèdent, l'abonnement devait être réglé séparément pour chacune des mines.

Le 5 mars 1836, un arrêté de M. le préfet du département a déterminé, sur la proposition de la compagnie, et d'après les avis de M. l'ingénieur des mines et de M. le directeur des contributions directes du département, que l'abonnement serait ainsi réparti entre les trois mines :

Mine de houille de Lassalle.	500 fr.
Mine de Serons et Palayret..	300
Mine du Rial..	200
	1,000

C'était du reste à ce magistrat, aux termes de l'article 34 du décret du 6 mai 1811, à prononcer à l'égard des trois abonnements dont chacun était au-dessous de 1,000 fr.

Autre exemple : la compagnie dite d'Anzin, qui possède les concessions houillères d'Anzin, Vieux-Condé, Fresnes, Raismes, Denain, Odomez et Saint-Saulve (département du nord), demandait en 1836 un abonnement à la redevance proportionnelle pour ses diverses concessions, à l'exception de celles d'Odomez et de Saint-Saulve. Elle dut présenter une demande spéciale à l'égard de chaque concession qu'elle voulait faire comprendre dans l'abonnement.

Quatre ordonnances spéciales, en date du 20 avril 1837, ont statué à l'égard de l'abonnement des concessions d'Anzin, Vieux-Condé, Fresnes et Raismes.

Une décision de M. le ministre des finances, en date du 6 avril 1837, rendue sur l'avis de M. le ministre des travaux publics, de l'agriculture et du commerce, a statué à l'égard de l'abonnement de la concession de Denain.

Ce dernier abonnement était compris entre 1,000 et 3,000 fr., et il appartenait au ministre des finances de prononcer, aux termes de l'article 34 du décret du 6 mai 1811, et suivant les dispositions adoptées pour l'exécution de cet article. Quant aux autres abonnements, ils dépassaient 3,000 fr.; et aux termes du même article, ils ne pouvaient être acceptés que par des ordonnances royales.

Mines.— Redevances.

Quand une mine est affermée par le concessionnaire qui la possède, le prix du fermage *ne doit pas être considéré comme le* revenu net imposable *de la mine. Ce revenu doit être déterminé, abstraction faite du fermage, et en tenant compte, comme d'ordinaire, du produit brut et des dépenses qui se rapportent à l'exercice pour lequel l'imposition a lieu.*

L'article 33 de la loi du 21 avril 1810, veut que la redevance proportionnelle soit *proportionnée* au produit de l'extraction. Ce n'est que dans le cas *d'abonnement* qu'une telle proportion ne doit pas nécessairement être établie, et l'on ne saurait assimiler un bail ou une convention privée à un abonnement, dont l'acceptation n'a lieu qu'après l'accomplissement de formalités indiquées par les règles de la matière. On conçoit d'ailleurs qu'il y a des inconvénients réels, soit pour les intérêts du trésor, soit pour les intérêts de l'exploitant, à prendre le prix du fermage comme le revenu net imposable. Car le prix du fermage peut être au-dessous du revenu net que l'exploitant retire, et le trésor perdrait une partie de ses droits; ou bien il serait supérieur au revenu net réel, et alors l'exploitant

serait trop imposé. Il pourrait même arriver que la mine fût tout à fait en perte, et qu'ainsi l'exploitant eût toujours néanmoins à acquitter une cote de redevance proportionnelle en rapport avec le prix de son bail.

L'équité, comme la loi, s'oppose donc à ce que le revenu net imposable des exploitations, lorsqu'elles sont affermées, soit déterminé eu égard au prix du fermage. L'appréciation de ce revenu doit être faite d'après l'état réel des choses, et comme s'il n'y avait pas de fermage.

C'est dans ce sens que la question a été résolue par l'administration.

Minières de fer.

Le propriétaire d'un terrain sur lequel il existe une minière de fer, bien qu'il soit en même temps propriétaire d'un haut-fourneau, n'a pas un droit exclusif sur le minerai que ce terrain renferme, et il ne peut empêcher les maîtres de forges voisins d'y venir puiser si leurs usines sont légalement établies.

Nous avons exposé dans d'autres articles les règles qui déterminent les droits d'usage sur les minières de fer, tant à l'égard des maîtres de forges, que relativement aux propriétaires eux-mêmes ou à leurs cessionnaires, et nous avons rapporté les décisions intervenues à cet égard.

Les mêmes principes ont servi de base à des décisions rendues par les tribunaux, dans l'espèce qui va faire le sujet du présent article.

MM. Boigues sont fermiers des hauts-fourneaux de Cramain et de Raveau, dans le département de la Nièvre. Depuis un temps immémorial, ces usines s'alimentent en grande partie des minerais qui sont extraits sur des terres dépendantes du domaine de Raveau, dont M. de Vergennes est aujourd'hui propriétaire.

Dans ces dernières années, M. de Vergennes a acquis le haut-fourneau de la Vache, situé à peu de distance de celui de Raveau, et il a affermé cette usine ainsi que les terres de son domaine à M. Ferrand, maître de forges du pays.

Pendant quelque temps, MM. Boigues et Ferrand, par

suite de traités amiables, ont extrait en commun sur les terres de Mouchy; mais le terme de ces conventions étant expiré, MM. Ferrand et de Vergennes ont interdit à MM. Boigues l'accès de ces minières.

Il en est résulté un procès qui a été porté devant le tribunal de Cosne.

M. de Vergennes prétendait qu'en sa qualité de propriétaire du sol, et possesseur lui-même d'une usine à fer, il avait droit de jouir seul avec son fermier du minerai que renferme son terrain.

Cette prétention n'était point fondée. La loi du 21 avril 1810 considère bien, il est vrai, les minières de fer comme des dépendances de la propriété du sol, et elle n'interdit pas de céder à un tiers la faculté de les exploiter. Mais elle veut que le minerai soit extrait pour les besoins de toutes les usines du voisinage établies avec autorisation légale; et, en cas de concurrence entre plusieurs maîtres de forges, elle dispose que le préfet déterminera, sur l'avis des ingénieurs, les proportions dans lesquelles chacun d'eux pourra exploiter, ou aura droit à l'achat du minerai. Peu importe que le propriétaire du terrain soit lui-même maître de forges; cette circonstance ne lui donne pas de privilége particulier sur sa minière. Comme tout autre propriétaire, il est tenu d'exploiter pour les approvisionnements des usines voisines; seulement il entrera en partage avec les possesseurs de ces usines, suivant les droits que la position de la sienne lui confère. Il ne peut refuser d'exploiter pour les autres maîtres de forges, de leur vendre du minerai, ou de les laisser extraire s'il ne veut pas effectuer l'extraction lui-même. S'il en était autrement, il suffirait à un maître de forges d'acheter le terrain qui contient le minerai, pour exclure tous ses voisins. C'est précisément ce que la loi du 21 avril 1810 a eu pour but d'empêcher. Quant au fermier, son droit ne saurait être en aucune façon plus étendu que celui du propriétaire : il ne peut jouir que comme ce dernier aurait joui. Et même, vis-à-vis des autres maîtres de forges, il n'est, en ce qui concerne l'exploitation, que le simple mandataire du propriétaire; c'est à ce dernier seul que ceux-ci ont à s'adresser; ils n'ont que lui à reconnaître. En un mot, que le propriétaire de la minière ait ou non un fermier, qu'il soit ou non possesseur de hauts-fourneaux, il reste soumis à toutes les obligations qui sont imposées par la loi.

Ces considérations n'ont point échappé au tribunal de Cosne. Voici le texte de son jugement :

« Attendu que nonobstant la faveur dont la loi entoure le droit de propriété, elle n'a pu toujours s'arrêter aux exigences des intérêts privés ; que les règles générales qu'elle a posées sont modifiées, quand l'intérêt public l'ordonne, par des exceptions comprises dans des lois spéciales ;

» Attendu qu'une de ces restrictions les plus nécessaires est celle introduite par la loi du 21 avril 1810, qui doit être considérée comme un code des mines ; que cette loi, moins favorable aux propriétaires que celles qui l'ont précédée, est e dernier état de la matière et qu'elle est la seule qui offre, dans la cause actuelle, la raison de décider ;

» Attendu qu'aux termes de l'article 3 de cette loi, les mines ne peuvent être exploitées qu'en vertu d'une concession de l'état, et que da s l article suivant il est dit que l'acte de concession règle les droits des propriétaires de la surface sur le produit des mines concédées, d'où il demeure évident que le législateur a voulu établir ainsi une exception au droit commun ; qu'il reconnaît en ce sens deux sortes de propriétés, celle de la surface et celle des mines, qui ne se confondent pas entre elles ; que cela résulte incontestablement des articles ci-dessus rapportés et de l'article 43 où la même distinction est reproduite ; que dès lors on est amené naturellement à conclure que, dans l'esprit de cette loi spéciale, l'intérêt général doit toujours l'emporter sur celui des propriétaires ;

» Attendu que la même intention du législateur domine la loi dans toutes ses dispositions ; que lorsqu'il s'agit du minerai de fer d'alluvion, le propriétaire du sol ne peut se soustraire à l'obligation d'exploiter lui-même, ou de laisser les maîtres de forges exploiter ; que de cette obligation que la loi lui impose, il faut tirer la conséquence, que la propriété dans ses mains n'est plus le droit de jouir et de disposer de sa chose de la manière la plus absolue ; que l'intérêt public doit lui être préféré ; qu'il n'est plus libre dans ses ac ions puisqu'il doit exp oiter lui-même ou laisser faire, nonobstant sa volonté contraire ;

» Attendu que tous les maîtres de forges ont droit au minerai ; que seulement il peut leur en être attribué des parts inégales, suivant l'importance de leurs établissements ; mais que l'état s'est réservé de fixer les proportions dans

lesquelles ils auront droit à l'achat du minerai, s'il est exploité par le propriétaire, et que celui-ci ne peut se refuser à exécuter l'arrêté de l'administration ; qu'il ne peut fixer arbitrairement le prix, ni donner à personne la préférence ;

» Attendu dès lors qu'il importe peu que le propriétaire du terrain où se trouve le minerai ait lui-même un fourneau ; que cette double qualité de propriétaire et de maître de forges ne peut en rien changer l'économie des dispositions de la loi, et lui assurer un droit exclusif au minerai ; que la propriété tributaire ne saurait dans aucun cas être relevée de la servitude dont elle est grevée dans l'intérêt public ; que dès l'instant où le propriétaire du fonds où se trouve le minerai est obligé de fournir à toutes les usines, sans distinction, il faut estimer le minerai comme une propriété publique, dont personne ne peut s'attribuer l'avantage exclusif; que si la loi de 1810 n'a pas voulu reproduire les dispositions de l'ancienne législation, qui avait prévu l'espèce actuelle, c'est précisément par une conséquence de la dépendance où la propriété a été placée par elle, sans doute à cause du développement considérable de l'industrie des fers, qu'il convient de protéger ;

» Que si la prétention des sieurs de Vergennes et Ferrand était admise, il s'ensuivrait qu'un riche maître de forges, en achetant les terrains où les minerais d'alluvion sont les plus abondants, pourrait priver les établissements rivaux des minerais qui les alimentent, et arriverait ainsi à les faire languir ou même à les ruiner, ce qu'il est important de prévenir ;

» Attendu que le propriétaire ne peut se plaindre que cette décision soit trop rigoureuse ; que l'indemnité qu'il reçoit pour le minerai fourni par lui, est une compensation suffisante des dégradations auxquelles son fonds est assujetti ; mais que s'il est en même temps maître de forges, il doit à cet égard partager le sort commun, et ne plus venir qu'en concurrence ; qu'à la vérité, lors des proportions à fixer, la qualité de propriétaire exploitant une usine peut faire estimer sa position plus favorable, et lui faire attribuer une part plus grande dans le minerai exploité sur son sol, mais que c'est ici une question qui peut être résolue seulement par l'administration, et que les tribunaux n'ont pas à s'en occuper ;

» Le tribunal déclare Ferrand et de Vergennes mal fondés dans leurs prétentions au droit exclusif d'extraire le minerai d'alluvion dans les terrains dépendant de la propriété de Raveau. »

La cause a été portée en appel devant la cour royale de Bourges.

Là, M. de Vergennes a soutenu de nouveau que le propriétaire du sol avait droit de jouir, à l'exclusion de tout autre, du minerai que renferme son terrain, lorsqu'il l'exploite pour son propre usage. Il a invoqué l'article 9 de l'ordonnance de 1680, ainsi conçu : « Ceux qui ont » des mines de fer dans leurs fonds seront tenus, à la » première sommation qui leur sera faite par les proprié- » taires des fourneaux voisins, d'établir des fourneaux » pour convertir la matière en fer; sinon, permettons » au propriétaire du plus prochain fourneau, et à son » relus, aux autres propriétaires de fourneaux, de proche » en proche, et à ceux qui les font valoir, de faire ouvrir » la terre et d'en tirer la mine de fer, en payant aux pro- » priétaires des fonds, pour tout dédommagement, un » sol par chacun tonneau de mines de 500 pesant. » M. de Vergennes prétendait que cette disposition n'avait point été abrogée par la nouvelle législation, que celle-ci ne contenait rien qui y fût contraire, et qu'ainsi le propriétaire d'une minière, dès qu'il possédait un haut-fourneau, avait la faculté d'empêcher que d'autres maîtres de forges vinssent y puiser. En admettant, ajoutait-il, que la loi du 21 avril 1810 ait introduit un droit nouveau, elle ne saurait avoir d'effet rétroactif; elle-même a déclaré maintenus dans leurs droits et jouissance les anciens propriétaires de mines et d'usines; par conséquent elle leur a réservé le bénéfice qui leur était acquis par l'article 9 de l'ordonnance de 1680. Or, dans l'espèce, le haut-fourneau de la Vache existait bien antérieurement à la promulgation de cette loi. Il y a plus, disait M. de Vergennes, il y a en quelque sorte force de chose jugée sur la contestation; car déjà en 1723 les fermiers du fourneau de Raveau avaient voulu, malgré l'opposition du sieur Bernot, alors seigneur de Mouchy, extraire du minerai sur ce domaine. Le 14 mars 1724 est intervenu un arrêt du conseil qui a, il est vrai, débouté ce dernier de son opposition, *mais sauf à lui à déclarer aux fermiers de Raveau s'il entend tirer de la mine pour son compte particulier et*

pour l'entretien de sa forge, auquel cas sa majesté enjoint aux fermiers et maîtres de forges de Raveau de cesser de tirer de la mine dans les héritages appartenant au sieur Bernot, ainsi qu'ils l'ont fait par le passé. M. de Vergennes en concluait que le fourneau de la Vache dépendant aujourd'hui du domaine de Raveau, la condition voulue par le précédent arrêt et par l'ordonnance de 1680 se trouvait remplie, et que dès lors les fermiers de l'usine de Raveau ne pouvaient plus prétendre à venir extraire sur les minières de ce domaine. Enfin il s'appuyait sur l'article 552 du Code civil, d'après lequel la propriété du sol emporte la propriété du dessus et du dessous.

MM. Boigues ont répliqué que le dernier paragraphe de cet article portait précisément une restriction relative aux mines, tellement qu'il ne mentionnait celles-ci que pour indiquer d'une manière expresse qu'elles étaient soumises à des principes exceptionnels et à des réglements spéciaux. A l'argument tiré de la chose jugée, ils ont répondu qu'il ne s'agissait pas dans la cause d'un fourneau qui eût été construit à l'époque de l'arrêt de 1724; que ce n'était que récemment, en 1832, que cette usine était devenue une dépendance du domaine par l'acquisition qu'en avait faite M. de Vergennes. D'ailleurs le régime qu'avait créé l'ordonnance de 1680 n'existe plus aujourd'hui; cette ordonnance a été abolie par les lois postérieures de 1791 et de 1810, et on ne peut plus y aller puiser, pour le faire revivre, un article que la loi nouvelle n'a point reproduit Cette ordonnance de 1680 avait surtout un but spécial; celui de la loi du 21 avril 1810 a été, en ce qui concerne les usines à fer, de protéger leur industrie, de pourvoir à leurs approvisionnements, d'empêcher que les minerais dont elles ont un besoin indispensable ne leur fussent enlevés, soit par des vues intéressées, soit par la négligence ou le caprice du propriétaire. C'est pour cela même qu'elle a voulu que l'administration intervînt dans ces extractions de minerai, afin d'éviter qu'un maître de forges ne pût être favorisé au détriment d'un autre; et il résulte de la combinaison de ses diverses dispositions qu'aucune préférence, aucun droit d'exclusion n'est accordé au maître de forge qui se trouve en même temps propriétaire du terrain sur lequel existe le minerai. MM. Boigues auraient pu aussi ajouter que ce n'est point

donner un effet rétroactif à une loi, que de l'appliquer à la décision des contestations qui naissent sous le régime qu'elle a institué. Les droits qui pouvaient exister sous d'anciennes lois, disparaissent dès que cette législation est remplacée par une autre à moins qu'ils ne prennent leur source dans des actes privés, intervenus sous l'empire de ces anciennes lois, et dont le terme stipulé dans le contrat ne serait point expiré. Un propriétaire de minières, qui possédait une usine à fer, pouvait autrefois conserver pour lui exclusivement tout son minerai. Ce droit, il ne l'a plus sous la législation nouvelle. Ce n'est point là de la rétroactivité; c'est appliquer la loi aux objets mêmes qu'elle régit et pour lesquels elle a été faite.

La cour royale de Bourges a rendu, le 14 mars 1837, l'arrêt suivant, qui a confirmé le jugement du tribunal de Cosne :

« Considérant que la loi, dans ses dispositions relatives aux usines, a établi des principes dérogatoires, tant dans l'intérêt public que dans celui des usines préexistantes; qu'ainsi aucun haut-fourneau ne peut-être construit sans l'autorisation du gouvernement; que par le même motif, l'art. 59 de la loi du 21 avril 1810 oblige les propriétaires dans les terrains desquels il existe du minerai, à en délivrer une quantité suffisante pour les besoins des usines voisines;

» Que cette obligation, dérogatoire aux principes émis dans l'art. 552 du Code civil, ne reçoit pas d'exception en faveur des propriétaires de hauts-fourneaux, dans le terrain desquels il se trouve du minerai de fer; qu'ainsi elle doit s'appliquer à tous les cas, sauf à réclamer, de la part des propriétaires des terrains, s'il y avait abus dans l'extraction faite par les voisins au règlement d'administration;

» Qu'il est constant que depuis plus d'un siècle, les fourneaux exploités par la maison Boigues et le fourneau de la Vache exploité par Ferrand ont été alimentés en partie par les minerais extraits dans l'étendue de la terre de Raveau; que le marquis de Vergennes, en achetant, en 1832, le fourneau de la Vache, et en le réunissant à la terre de Raveau, n'a pu, d'après les dispositions de la loi de 1810, interdire aux intimés le droit accordé par cette loi aux fourneaux qu'ils exploitent dans le voisinage; que

c'est dès lors avec raison que les premiers juges ont rejeté les prétentions des appelants ;

» Qu'on oppose une décision intervenue le 3 octobre 1724, portant que les fourneaux de Cramain et de Raveau continueront d'extraire du minerai dans les dépendances de la terre de Raveau, à moins que le propriétaire de cette terre ne fasse construire un haut-fourneau, et que les appelants soutiennent que le cas prévu étant arrivé par suite de l'acquisition du fourneau de la Vache, le droit accordé aux deux hauts-fourneaux doit cesser ; mais que sans qu'il soit besoin d'examiner la différence qui doit résulter de la construction d'un nouveau fourneau et de l'acquisition d'un fourneau déjà existant, il suffit, pour repousser l'objection, de considérer qu'en 1724 la loi ne permettait d'extraire sur le terrain d'autrui du minerai de fer qu'autant que le propriétaire de ce terrain ne faisait pas lui-même construire un fourneau, tandis que sous l'empire de la loi actuelle, tous les fourneaux voisins des terrains qui renferment du minerai ont droit à ce minerai pour les besoins de leurs usines ; qu'ainsi cette disposition nouvelle a essentiellement abrogé celle qui régissait les parties à l'époque de 1724 ;

» La cour dit bien jugé, etc. »

MM. de Vergennes et Ferrand se sont pourvus en cassation. Ce pourvoi a été rejeté par arrêt du 23 mai 1838, ainsi conçu :

« La cour, etc.

» Sur le premier moyen :

» Attendu que par suite du principe posé par l'art. 552 du Code civil, la loi du 21 avril 1810, relative aux mines et minerais, a modifié le droit de propriété en déclarant (art. 59) que le propriétaire du fonds sur lequel il y a du minerai de fer d'alluvion, est tenu d'exploiter en quantité suffisante pour fournir, autant que se pourra, aux usines établies dans le voisinage ;

» Que l'art. 62 de la même loi autorise les maîtres de forges à se pourvoir pour exploiter eux-mêmes quand le propriétaire du fonds n'exploite pas en quantité suffisante ou suspend ses travaux d'extraction pendant plus d'un mois ;

» Attendu qu'aucune disposition de cette loi n'admet d'exception pour le cas où le propriétaire du fonds sur lequel il y a du minerai serait en même temps propriétaire

d'un haut-fourneau, et voudrait exploiter les minerais exclusivement à tout autre; que dès lors ce propriétaire n'a qu'un droit d'exploitation commun avec les maîtres de forges du voisinage;

» Attendu enfin que, s'il en était autrement, il dépendrait d'un propriétaire de fonds à minerai sur lesquels est établi un haut-fourneau, de rendre inutiles les usines voisines établies avec autorisation légale;

» Sur le deuxième moyen:

» Attendu que, devant la cour royale, l'arrêt du conseil du 14 mars 1724 n'a point été invoqué par les demandeurs comme une décision contradictoire et définitive, qui serait intervenue entre leurs auteurs et maîtres de forges voisins; qu'en effet cet arrêté ne contenait qu'une disposition hypothétique qui ne se réalisa pas, et n'avait point pour objet le jugement de la question qui s'est depuis élevée devant la cour royale de Bourges;

» Rejette le pourvoi, et condamne les demandeurs à l'amende. »

Ainsi se trouvent définitivement consacrés les principes que nous exposions au commencement de cet article.

Mines. — Délimitation d'anciennes concessions.

1. *Il appartient au gouvernement de délimiter les anciennes concessions dont le périmètre n'a pas été défini avec précision dans le titre primitif, et lorsqu'il n'a pas été procédé à cette délimitation, conformément à la loi du 28 juillet 1791.*

2. *L'article 53 de la loi du 21 avril 1810 est seul applicable à ces concessions. L'article 51 ne concerne que les titulaires qui ont exécuté la loi de 1791.*

Le renvoi aux tribunaux ne peut avoir lieu que pour des contestations qui existeraient entre les titulaires de diverses concessions régulièrement définies.

3. *Si un concessionnaire ne fait pas fixer ses limites,*

il doit y être procédé d'office par l'administration. S'il apporte du retard à se mettre en règle, il n'est point, par ce seul fait, déchu de sa concession.

4. *De même, l'interruption qui aurait eu lieu autrefois pendant plus d'une année dans ses travaux, n'est pas une cause de nullité qu'on puisse lui opposer. D'après la loi de 1791, cette suspension de travaux pouvait entraîner la révocation de la concession, mais l'annulation n'avait pas lieu de plein droit.*

5. *La disposition de la loi de 1791, relative à la délimitation des concessions anciennes, leur est applicable à toutes quelle que fût leur étendue. La loi de 1810 a renouvellé cette même prescription.*

6. *Les anciennes concessions sont soumises, comme les nouvelles, à toutes les conditions de sûreté et d'ordre public relatives à l'exploitation des mines en général; mais les titulaires ne sont assujettis, envers les propriétaires du sol, qu'à l'exécution des conventions qu'ils auraient faites avec eux, et au payement des dommages causés par l'exploitation.*

Plusieurs fois déjà nous avons exposé les règles, d'après lesquelles il appartient au gouvernement seul de fixer les limites des anciennes concessions lorsqu'elles sont restées indéterminées.

Autrefois, quand on concédait des mines, on n'avait pas le soin d'en indiquer le périmètre par des lignes et des points fixes, on se contentait communément d'indiquer d'une manière générale que ces mines étaient situées sur tel ou tel territoire. A mesure que les concessions se sont multipliées, les graves inconvénients de ce défaut de précision ont dû se manifester. Les anciens concessionnaires ignoraient souvent l'étendue positive de leurs propriétés souterraines; un espace, en quelque sorte indéfini, s'offrait à eux; ils en exploitaient les parties les plus riches et les plus faciles, s'avançant parfois au delà de l'enceinte qu'on

avait entendu leur attribuer, et laissant improductives, dans leurs limites réelles, de nombreuses portions de mines. D'un autre côté, ils se trouvaient exposés à des difficultés avec les propriétaires voisins. L'administration, lorsque des demandes de concessions nouvelles lui étaient adressées, se trouvait arrêtée pour y donner suite, ne sachant pas ce qui était réellement disponible; ou bien, si elle accueillait les demandes, elle ajoutait, par le fait, à la confusion et au désordre. Elle éprouvait ainsi elle-même les fâcheux effets de l'incertitude qu'elle avait fait naître.

Un pareil état de choses compromettait l'aménagement des substances minérales. Ce fut pour y remédier que la loi du 28 juillet 1791 enjoignit à tout concessionnaire de faire régler ses limites et de produire un plan où elles seraient tracées.

Plus tard, la loi du 21 avril 1810, en déclarant perpétuelles les anciennes concessions, dont le terme n'était point encore arrivé, exigea par l'article 53, que les titulaires qui n'avaient point exécuté la loi de 1791 se pourvussent en fixation de limites.

Or, la délimitation d'une mine est un acte purement administratif; elle ne peut émaner que de l'autorité qui institue les concessions, car le droit de délimiter et le droit de concéder dérivant de la même source, sont un seul et même droit. Aussi, la loi du 21 avril 1810 l'a-t-elle positivement exprimé, en énonçant que, faute par les titulaires de se pourvoir en délimitation, il y serait procédé *d'office* à la diligence du préfet du département. Cette même loi porte que les difficultés qui peuvent s'élever entre l'administration et les exploitants relativement à ces délimitations, seront décidées par l'acte de concession; elle ne réserve aux tribunaux que la connaissance des contestations qui auraient lieu entre des exploitants voisins, c'est-à-dire, entre des exploitants pourvus de titres réguliers, propriétaires chacun de concessions déterminées et qui seraient en procès entre eux.

C'est d'après ces principes que, depuis 1810, un grand nombre d'anciennes concessions ont été délimitées par l'administration. Ils ont reçu une nouvelle application dans une affaire que nous allons rapporter, et dans laquelle de graves et nombreux intérêts se sont trouvés en cause.

Le 10 décembre 1774, un arrêt du conseil concéda à M. de Mondragon, aujourd'hui représenté par ses héritiers, des mines de houille situées dans la région centrale

du riche bassin de la Loire, et qui en occupent la largeur en se déployant à l'entour de la ville de Saint-Chamond, sur une grande étendue.

Cet arrêt est ainsi conçu :

« Le roi étant en son conseil a accordé et accorde au marquis de Gallet et de Mondragon, ses hoirs, successeurs ou ayant-cause, la permission exclusive d'exploiter pendant le temps et espace de cinquante années, à compter de ce jour, les mines de charbon situées dans l'étendue du marquisat de Saint-Chamond, en Forez et Lyonnais, et dans les terrains qui sont confi és au nord par Cellieu, au couchant par Sorbier et Rochetaillée, au midi par Lavalla, et à l'orient par Saint-Just en Doizieu. »

Cette indication de limites a une sorte d'obscurité qui pouvait ne pas être remarquée à l'époque de la concession, et lorsque les anciennes institutions, derniers restes du régime féodal, subsistaient encore, mais qui a augmenté avec le temps après que ces institutions eurent disparu.

On a été conduit à rechercher quelle était la circonscription de ce marquisat de Saint-Chamond.

Dans l'origine ce n'était qu'une simple baronnie ; l'acte qui l'a érigée en marquisat a été brûlé dans la révolution.

L'arrêt avait-il entendu borner la concession aux paroisses qui entouraient le marquisat? ou bien avait-il voulu y comprendre, ainsi que l'ont soutenu MM. de Mondragon, des portions de ces paroisses qui pouvaient se trouver, quant à la justice seigneuriale, sous la juridiction du marquisat?

M. de Mondragon ayant quitté la France, la plupart de ses biens furent vendus ; ses autres propriétés, et notamment les mines qu'il possédait, demeurèrent sous le séquestre. Il mourut en 1791, pendant son émigration, n'ayant pu remplir les formalités prescrites par la loi du 28 juillet de cette même année.

Ses fils, MM. Gallet de Mondragon et Mondragon de Pleuvault, dès qu'ils furent rentrés dans leur patrie, recueillirent, la succession sous bénéfice d'inventaire. Il ne paraît pas qu'ils aient d'abord songé à réclamer les mines de Saint-Chamond. Ce ne fut qu'en 1809 qu'ils demandèrent au préfet de la Loire à en être mis en possession, conformément à l'article 17 du sénatus-consulte du 6 floréal an 10.

Le préfet crut devoir rejeter leur demande, parce qu'ils

n'étaient qu'héritiers bénéficiaires, et qu'ils ne s'étaient point présentés dans les délais indiqués par l'arrêté du directoire exécutif, du 3 nivôse an 6, relatif à la transmission des concessions de mines. Indépendamment de ce qu'une telle mesure était d'une rigueur extrême, il y avait à considérer que, en tant qu'héritiers bénéficiaires, chargés d'administrer les biens de la succession et de rendre compte de leur administration aux créanciers ou légataires qui pourraient exister, les délais fixés par l'arrêté du 3 nivôse ne devaient courir, à leur égard, qu'à partir du moment où ils auraient déclaré accepter la succession ou fait un acte impliquant cette acceptation. Aussi, le ministre de l'intérieur écarta les fins de non-recevoir opposées par le préfet, et le 17 novembre 1809 il écrivit au préfet d'instruire la demande.

Bientôt après intervint la nouvelle législation sur les mines. Elle rendait perpétuelles les anciennes concessions temporaires non encore expirées. Elle déclarait que toute concession était disponible et transmissible comme tout autre bien, pourvu qu'on ne la divisât point, et elle abrogeait ainsi les conditions imposées par l'arrêté du 3 nivôse an 6, pour les mutations par vente, donation ou hérédité. Les anciens concessionnaires ou leurs ayant-droit, devenaient, aux termes de l'art. 51 de la loi du 21 avril 1810, propriétaires incommutables sans aucune formalité préalable d'affiches, vérifications de terrains ou autres préliminaires. Seulement l'article 53 disait expressément, que cette dispense de formalités ne s'appliquait qu'aux concessionnaires qui avaient fait fixer les limites de leurs concessions. Les autres étaient tenus de se pourvoir en délimitation et de remplir, à cet égard, toutes les formalités exigées pour l'institution des concessions nouvelles.

Le ministre écrivit de nouveau au préfet de la Loire. Il lui fit connaître qu'il y avait lieu de déclarer MM. de Mondragon, qui, à cette époque avaient accepté la succession de leur auteur, propriétaires des mines de Saint-Chamond, conformément à l'article 51 de la loi, à la charge toutefois de satisfaire aux obligations que cette loi leur imposait, et notamment de fournir un plan régulier, qui serait vérifié par l'autorité. Ainsi le ministre réservait à l'administration la faculté de contrôler les limites de la concession ; et bien qu'il ne fît mention que de l'article 51, il entendait évidemment que les dispositions particulières de l'article 53 devaient recevoir leur exécution.

Le préfet prit, le 13 juillet 1811, un arrêté dans ce sens. Il indiquait, pour l'étendue superficielle de la concession, un arrondissement ayant pour limites, au nord la commune de Cellieu, à l'ouest Sorbier et Rochetaillée, au midi Lavalla, à l'est Saint-Just en Doizieu. Ce périmètre était d'accord avec le sens tout naturel qu'offrait l'arrêt de 1774, et c'était celui-là même que, quelque temps auparavant, MM. de Mondragon avaient eux-mêmes indiqué sur un plan produit par eux.

Jusqu'en 1820 ils ne semblèrent pas revendiquer une circonscription plus étendue.

En effet, peu après cet arrêté du 13 juillet 1811 qui les avait remis en possession, une compagnie, dite de *la Grand-Croix*, renouvela une ancienne demande qu'elle avait formée tendant à obtenir une concession de mines de houille dans la commune de Saint-Paul en Jarret, et sollicita, comme addition, un terrain dépendant de la même commune, et qui s'étendait sur les deux rives d'un ruisseau appelé *la Faverge*. Cet espace, qui est devenu plus tard l'objet de longues contestations entre cette société et MM. de Mondragon, ne fut point alors disputé par eux; ils ne firent aucune opposition.

La compagnie de la Grand-Croix qui avait été dans l'intervalle autorisée provisoirement, ainsi que le permettait le décret du 6 mai 1811, concernant les redevances fixe et proportionnelle sur les mines, à exploiter dans le territoire dont elle avait sollicité la concession, présenta une demande nouvelle qui comprenait un plus grand périmètre.

Cette seconde demande fut, comme la précédente, publiée et affichée.

Cette fois, MM. de Mondragon formèrent opposition. Ils prétendirent que l'ancien marquisat de Saint-Chamond était borné à l'est par ce ruisseau de la Faverge, et au midi par le cours d'un autre ruisseau appelé *le Gier*, et que c'étaient là les limites de leur concession.

En même temps ils intentèrent une action judiciaire à la compagnie de la Grand-Croix, pour qu'il lui fût fait défense de continuer l'exploitation d'un puits qu'elle avait ouvert sur la rive gauche du Gier.

Une ordonnance du tribunal de Saint-Etienne, du 13 juin 1822, commit sur leur requête un notaire de cette

ville pour procéder contradictoirement entre les parties à une reconnaissance de limites.

Cette opération fut terminée le 22 juillet 1822. L'expert déclarait que, d'après ses vérifications, l'ancien marquisat s'étendait à l'ouest sur le territoire de Cellieu jusqu'au ruisseau de la Faverge.

MM. de Mondragon, s'appuyant sur cet acte, citèrent de nouveau la compagnie de la Grand-Croix devant le tribunal de Saint-Etienne.

Celle-ci déclina la juridiction de l'autorité judiciaire, attendu que le débat ne pouvait être que de la compétence de l'autorité administrative.

De leur côté, MM. de Mondragon soutinrent qu'il ne s'agissait que d'une question de propriété, celle de savoir si le terrain contesté faisait ou non partie de l'ancien marquisat, et que c'était aux tribunaux à en connaître.

Le tribunal de Saint-Etienne se déclara compétent. Son jugement fut confirmé par arrêt de la cour royale de Lyon, du 19 décembre 1823.

Le préfet prit immédiatement un arrêté qui élevait le conflit et évoquait pardevant l'administration toutes les questions concernant la délimitation. Le conflit tomba en péremption, parce qu'il ne fut point statué par l'autorité supérieure dans les délais voulus. Toutefois l'instance qui avait été à tort introduite devant les tribunaux n'eut aucune suite. Elle ne fut point reprise, il n'intervint aucun jugement sur le fond, et plus tard MM. de Mondragon reconnurent eux-mêmes la compétence de l'administration pour fixer les limites de leur concession.

Dans l'intervalle, un grand nombre d'autres demandes en concession s'étaient succédé. Elles empiétaient toutes plus ou moins sur les terrains que MM. de Mondragon soutenaient être leur propriété. Eux-mêmes ils demandaient que de nouveaux terrains leur fussent concédés comme annexes. On ne pouvait s'occuper de ces demandes avant que les limites de la concession de 1774 fussent déterminées; puisqu'il fallait, avant tout, savoir ce dont on pouvait disposer, quels étaient les terrains restés libres, il devenait de toute nécessité de le fixer d'une manière définitive. La loi de 1810 ne se bornait pas à en conférer le droit à l'administration ; elle lui en imposait le devoir.

Par un arrêté du 4 mai 1831, le préfet fit afficher un

avis au public qui indiquait les limites réclamées par MM. de Mondragon, comme anciens concessionnaires, et les nouveaux terrains qu'ils demandaient pour être ajoutés à leur première concession. Le projet de limitation, avant d'être publié, fut communiqué à leur fondé de pouvoir, et ce dernier déclara y adhérer au nom de ses commettants.

Un second arrêté du 22 novembre 1833, requit MM. de Mondragon de produire les titres et pièces qu'ils jugeraient propres à établir leurs droits, pour qu'il fût ensuite procédé conformément aux règles tracées par la loi du 21 avril 1810.

Ils se pourvurent devant le ministre contre ces deux arrêtés.

Dans leur requête, ils soutenaient que la concession qui leur avait été accordée par l'arrêt de 1774 était suffisamment définie, puisqu'aux termes de cet arrêt elle embrassait l'étendue même du marquisat de Saint-Chamond; que cette concession ne renfermant pas six lieues carrées n'avait pu se trouver soumise aux prescriptions de la loi de 1791; que c'était donc l'article 51 et non l'article 53 de la loi du 21 avril 1810 qu'on devait leur appliquer, que d'après le premier de ces articles ils étaient devenus propriétaires incommutables sans qu'il y eût lieu à aucune formalité d'affiches ou vérification de terrain, et que si des tiers leur contestaient certaines limites c'étaient des questions de propriété du ressort des tribunaux.

Cette réclamation fut rejetée par une décision du ministre, du 26 mai 1835, rendue sur la proposition du directeur général des ponts et chaussées et des mines, conformément à l'avis du conseil général des mines.

On considéra que l'indétermination que l'arrêt de 1774 avait laissée dans la désignation des limites de la concession, tout en énonçant qu'elle embrassait le marquisat de Saint-Chamond, exigeait nécessairement que ces limites fussent réglées; que du reste cette indétermination était bien réelle, puisque non-seulement le périmètre auquel prétendaient MM. de Mondragon leur était contesté par des tiers, mais qu'eux-mêmes ne l'avaient pas toujours défini de la même manière. D'un autre côté, de ce que leur concession ne renfermait pas six lieues carrées, il ne s'ensuivait pas qu'il eussent été affranchis de l'obligation prescrite par la loi de 1791. En effet l'article 5 de cette loi

était conçu en termes généraux : il ordonnait que l'étendue de chaque concession fût réglée. Seulement il ajoutait qu'elles ne pourraient excéder six lieues carrées, et celles qui dépassaient cette étendue devaient y être réduites conformément à l'article 4. MM. de Mondragon n'ayant point exécuté cette disposition, se trouvaient donc dans le cas prévu par l'article 53 de la loi du 21 avril 1810 où la concession doit être délimitée sur la demande des concessionnaires ou à la diligence de l'administration. Les instructions transmises en 1811 par le ministre au préfet de la Loire, n'étaient point, ainsi qu'on l'a déjà remarqué, contraires à ces principes. Et quant à l'arrêté du 13 juillet, même année, il n'avait fait que réintégrer MM. de Mondragon dans la jouissance des droits qui pouvaient résulter pour eux de l'acte de concession de 1774; il n'avait pas dessaisi et ne pouvait pas dessaisir le gouvernement du droit de délimiter cette concession.

Tels sont les motifs qui déterminèrent la décision du 26 mai 1835. Elle maintint les deux arrêtés qui ordonnaient les publications et affiches et la production des titres relatifs à la concession de Saint-Chamond. Le premier de ces arrêtés avait d'ailleurs déjà reçu son exécution; des affiches avaient été apposées; peu de temps après cette décision, MM. de Mondragon acquiescèrent à l'instance administrative, en fournissant les diverses pièces sur lesquelles ils établissaient leur propriété.

Dans leur système, par les noms de *Cellieu*, de *Sorbier* et *Rochetaillée*, de *Lavalla* et de *Saint Just en Doizieu*, exprimés dans l'arrêt de 1774, cet arrêt avait voulu désigner et assigner pour limite à la concession des seigneuries et non pas des paroisses. Ce sont les mines situées dans le marquisat de Saint-Chamond, disaient-ils, que l'arrêt a concédées. Le marquisat avait pour confins des seigneuries et non pas des paroisses, et ce sont les limites de ces seigneuries qui forment celles de la concession.

A l'appui de ce système, ils produisaient divers actes émanant de l'ancienne hiérarchie féodale, de l'administration des seigneurs, des sentences de la juridiction du marquis de Saint-Chamond, le contrat d'acquisition du marquisat, en 1768, dans lequel, parmi les propriétés foncières et seigneuriales désignées, se trouvaient des droits de justice et de voirie sur des paroisses environnantes. Enfin ils invoquaient le procès-verbal de reconnaissance dressé

en 1822, en vertu de l'ordonnance du tribunal de Saint-Etienne.

Les ingénieurs ont été appelés à donner leur avis. Cette affaire, difficile et compliquée, a été de leur part l'objet d'un examen approfondi qui était en effet bien nécessaire au milieu de la confusion de tant d'intérêts.

Dans l'opinion de l'ingénieur de l'arrondissement de Rive-de-Gier, les limites de la concession étaient telles que les désignaient MM. de Mondragon; l'arrêt avait voulu concéder tous les terrains houillers qui s'étendaient sous le marquisat et sous toutes les seigneuries qui en relevaient.

L'ingénieur en chef exprima une opinion semblable; seulement il lui parut que l'autorité administrative devait se borner à déclarer que la concession comprenait le territoire du marquisat, et laisser ensuite à l'autorité judiciaire le soin de rechercher et de déterminer jusqu'où ce territoire s'étendait effectivement.

Ils pensèrent en outre qu'il convenait que MM. de Mondragon fissent abandon à la compagnie de la Grand-Croix, sous la réserve d'une indemnité, des terrains sur lesquels elle avait établi une exploitation, sauf à leur donner en compensation d'autres terrains disponibles.

M. le préfet de la Loire n'adopta aucune de ces conclusions. Il regarda comme incontestable que c'était à l'autorité administrative qu'il appartenait de statuer sur tous les débats que la concession de Saint-Chamond avait fait naître; mais il lui parut que l'arrêt de 1774 devait être regardé comme nul et caduc, d'abord parce qu'il n'avait point été enregistré en parlement, ensuite parce que le concessionnaire n'avait point rempli dans le temps les obligations prescrites par la loi de 1791, et avait interrompu l'exploitation pendant plus d'une année, ce qui, aux termes de l'article 15 de cette loi, était une cause de déchéance. Subsidiairement et sur la question de limites, il remarqua que l'arrêt de 1774, en disant que la concession comprenait les terrains situés dans l'étendue du marquisat de Saint-Chamond et confinés au nord par Cellieu, au couchant par Sorbier, etc., avait voulu la borner aux territoires des confins exprimés; qu'ainsi cette seconde énonciation détruisait nécessairement le système soutenu par MM. de Mondragon.

Enfin, il observa que si cependant leurs prétentions étaient admises, on ne pourrait, comme le proposaient

les ingénieurs, leur imposer l'obligation de céder une portion de leurs terrains à la compagnie de la Grand-Croix, même à la charge d'une indemnité.

En effet, dès qu'il aurait été reconnu qu'ils sont réellement propriétaires de tout le territoire par eux réclamé, on ne pouvait les contraindre à en abandonner une partie, quels que fussent les motifs d'intérêt public qui auraient rendu un pareil arrangement désirable. Une concession de mines est une propriété inviolable; le concessionnaire n'en peut être dépossédé de la moindre portion que dans les cas qui sont prévus par les lois. C'est d'après le titre primitif, en l'interprétant s'il a besoin d'interprétation, mais non pas arbitrairement, que l'on doit procéder à la délimitation. Le périmètre qui résulte de ce titre consciencieusement interrogé appartient en entier au concessionnaire. Ce n'est pas pour l'en priver que l'on délimite sa concession; c'est au contraire pour fixer d'une manière invariable sa propriété. L'administration a toujours considéré que telle était la règle de sa conduite et son devoir; et c'est en prenant cette règle pour point de départ que le conseil général des mines s'est livré à l'examen de l'affaire, à la suite d'un rapport de M. Migneron, inspecteur général des mines. Dans ce travail, où toutes les questions sont traitées avec autant de soin que de talent, le savant rapporteur a dissipé tous les doutes et jeté une vive lumière sur les points controversés.

Il a été reconnu par le conseil des mines que le défaut d'enregistrement de l'arrêt de 1774 n'était point une cause de nullité (1) et que l'on ne pouvait opposer de déchéance à MM. de Mondragon. Si leur auteur n'a pas fait régulariser sa concession comme le prescrivait la loi de 1791, ce défaut de régularisation n'emportait pas la peine de révocation. Cela est évident, puisqu'au contraire l'art. 53 de la loi du 21 avril 1810 admet les concessionnaires qui n'ont point exécuté la loi de 1791 à faire régulariser leurs concessions. Ils doivent, aux termes de cet article, se pourvoir en fixation de limites, ou l'administration doit y procéder d'office. Quant à l'interruption des travaux, l'art. 15 de la loi de 1791 portait, il est vrai, qu'une concession serait annulée

(1) Nous avons cru devoir traiter cette question dans un article spécial inséré à la suite de celui-ci.

pour cessation de travaux pendant une année, mais l'annulation n'avait pas lieu de plein droit; il fallait qu'elle fût prononcée par le gouvernement. Il en existe un grand nombre d'exemples. Cet article ajoutait d'ailleurs : *à moins que cette cessation n'ait eu des causes légitimes.* Ainsi le concessionnaire était admis à se faire entendre, à justifier de ses motifs. Or, les circonstances où s'était trouvé M. de Mondragon, son absence, son décès en pays étranger, le séquestre apposé sur ses mines, expliquaient suffisamment comment elle n'étaient point exploitées.

En ce qui concerne le droit d'interpréter l'arrêt de 1774, de déterminer les limites de la concession, le conseil des mines a été d'avis que ce droit était incontestablement du domaine de l'administration et non de celui des tribunaux. Nul principe ne ressort plus évidemment des dispositions de la loi.

L'art. 53 veut que les limites soient fixées sur la demande du titulaire ou à la diligence du préfet.

Le premier paragraphe de l'article 56 dispose que les difficultés qui s'élèvent entre l'administration et les exploitants relativement à la limitation des mines doivent être décidées par l'acte de concession.

Donc, c'est au gouvernement à faire l'interprétation du titre, à décider les difficultés auxquelles il donne lieu, à résoudre les questions de limites qui s'y rapportent.

Il ne s'agissait nullement, dans l'espèce, de vider, comme on l'objectait, une discussion entre des exploitants voisins, propriétaires chacun de concessions, et qui seraient en procès pour un bornage. Si telle eût été la contestation, elle aurait dû être effectivement renvoyée aux tribunaux, d'après le second paragraphe de l'article 56 : c'est à ce seul cas que s'applique cette dernière disposition. Ici il n'y avait réellement qu'une seule partie en cause devant l'administration, savoir : le titulaire de la concession de Saint-Chamond. Les autres concurrents, quelle que fût leur intervention, aspiraient à devenir concessionnaires ; ils ne l'étaient point, ils ne pouvaient exciper d'aucun droit de propriété : les tribunaux n'avaient, par conséquent, rien à décider entre ces divers prétendants. En un mot, il s'agissait uniquement d'opérer la délimitation d'une propriété souterraine, de délivrer un nouvel acte de concession, droit qui appartient sans nul doute au gouvernement.

Au surplus, cette question de compétence avait été déjà jugée par la décision ministérielle du 26 mai 1835, intervenue sur les réclamations de MM. de Mondragon contre l'arrêté du préfet de la Loire. Elle leur avait été régulièrement signifiée, ils ne l'avaient point attaquée; elle était devenue définitive.

Il n'y avait donc plus qu'à examiner quelles étaient les limites réelles de la concession.

A cet égard, MM. de Mondragon prouvaient très-bien que les seigneurs de Saint-Chamond étaient en même temps seigneurs justiciers d'une partie des paroisses environnantes. Mais un seigneur suzerain pouvait posséder plusieurs justices en dehors du territoire que comprenait sa seigneurie. Les auteurs qui ont traité du droit féodal, mille faits dans notre histoire, l'attestent. Ce qu'il fallait prouver, c'était donc que ces portions de paroisses faisaient partie intégrante du marquisat.

Or, pour qu'elles fissent partie du marquisat de Saint-Chamond, qui était une grande seigneurie suzeraine relevant immédiatement de la couronne, il aurait fallu que le marquis de Saint-Chamond en eût eu la seigneurie directe, et qu'il tînt cette seigneurie du roi.

Pour qu'il en eût eu la seigneurie directe, il aurait fallu qu'il en fût seigneur haut-justicier : c'est ce qu'on n'établissait nullement. Les actes que l'on produisait n'étaient que des actes concernant des affaires civiles, des curatelles, des sentences rendues sur des litiges de peu d'importance, rien qui portât le caractère d'une juridiction au criminel. La vente même faite le 24 mars 1768 du marquisat de Saint-Chamond montrait que les précédents propriétaires n'avaient pas la haute justice dans les territoires dont il s'agit, ou que si elle leur appartenait ils ne l'avaient pas conférée à M. de Mondragon, car il n'en est pas fait mention, et la haute justice n'était jamais aliénée ou concédée qu'en termes exprès et formels.

Rien non plus ne prouvait que le marquis de Saint-Chamond tînt du roi ces petites seigneuries, qu'il les eût au même titre que le marquisat. Cependant ce n'est qu'ainsi qu'elles auraient pu en faire partie. Loin que cette preuve existât, une pièce importante, produite dans la cause, démontrait tout le contraire. En 1723, le seigneur de la Vieuville, alors possesseur du marquisat de Saint-Chamond, avait fait prestation de foi et hommage au roi

Louis XV, pour ses domaines du Lyonnais et son duché d'Angoumois. Dans cet acte, il n'était fait aucune mention de ces seigneuries. A la vérité, MM. de Mondragon répondaient que *l'aveu et dénombrement* qui fut donné ensuite avait complété l'acte de foi et hommage. Mais cet acte d'aveu et dénombrement, qui d'ailleurs n'était point représenté, n'aurait pu réparer les omissions faites dans l'acte de foi et hommage. Ce dernier acte était un devoir essentiel du vassal, dont l'inaccomplissement pouvait emporter la perte du fief, tandis que le premier n'était qu'une sorte d'inventaire des biens destiné à régler les droits de mouvance.

Ces arguments, et d'autres inductions tirées des faits qui avaient précédé, notamment le silence gardé par M. de Mondragon, alors qu'en 1782 un arrêt du conseil étendit une concession voisine de la sienne sur une partie de ces mêmes terrains que ses héritiers venaient aujourd'hui revendiquer, le plan qu'ils avaient produit en 1810, et où il n'était pas fait mention de ces terrains, leur acceptation tacite en 1811 des limites que leur attribuait l'arrêté du préfet, leur inaction lors de la première demande de la compagnie de la Grande-Croix à cette même époque; tout cet ensemble de documents confrontés avec le texte de l'arrêt de 1774, tendait à établir que réellement la concession avait été bornée aux limites mêmes du marquisat, et qu'elle avait pour confins des paroisses et non les seigneuries sur lesquelles le marquis de Saint Chamond pouvait avoir une certaine juridiction.

En ce qui concerne les clauses à insérer dans l'acte de limitation, c'étaient évidemment celles qui sont énoncées dans les actes de concession en général, et qui dérivent des règles de police souterraine auxquelles l'exploitation des mines est assujettie. Les anciennes concessions sont, aussi bien que les nouvelles, soumises à ces dispositions de sûreté et d'ordre public.

Quant aux indemnités dues aux propriétaires de la surface, l'art. 53 de la loi du 21 avril 1810 ayant statué que les anciens concessionnaires ne seraient tenus envers ces propriétaires que d'exécuter les conventions qu'ils auraient faites avec eux, sans que ceux-ci pussent se prévaloir des art. 6 et 42 de ladite loi, et l'arrêt de 1774 n'ayant astreint le titulaire qu'à payer les dommages qu'occasionne-

raient les travaux d'extraction, il n'y avait nulle indemnité particulière à stipuler.

Il existe, à la vérité, dans l'enceinte de la concession des domaines qui ont été vendus nationalement avec *fonds* et *tréfonds*, et la déclaration qu'ils étaient libres de toutes charges et droits seigneuriaux. On s'est demandé si l'exception portée en l'art. 53 devait s'étendre à ces domaines, ou si, au contraire, leurs possesseurs ne pouvaient pas réclamer les indemnités que les art. 6 et 42 assurent à tous les propriétaires du sol en général sur les mines concédées. La déclaration dont il vient d'être parlé n'avait aucun rapport avec la question qui se présentait ici. L'état, en vendant ce domaine, ne les a pas affranchis et ne pouvait les affranchir des dispositions des lois, et particulièrement de celles qui sont spéciales aux mines. Une concession existait, elle a été maintenue ; il ne s'agissait que de la délimiter. Or, l'art. 53 est formel, et conçu dans les termes les plus généraux. Il n'oblige les anciens concessionnaires qu'à l'exécution pure et simple des conventions faites avec le propriétaire du sol, quelle que soit l'origine des propriétés.

C'est d'après ces considérations, que la délimitation de la concession de Saint-Chamond a été définitivement réglée, conformément aux propositions de l'administration des mines, par l'ordonnance royale du 10 mai 1838 (1).

De nombreuses demandes en concurrence étaient survenues pendant l'instruction de cette affaire, et avaient été ajournées. Tant que la délimitation de la concession de Saint-Chamond n'était point faite, il n'y avait pas à s'occuper de ces demandes. La délimitation accomplie, tout était consommé à l'égard de cette concession ; et il devenait nécessaire de procéder à leur égard à une instruction spéciale, à de nouvelles affiches et publications. Divers intérêts peuvent avoir à se faire entendre, aujourd'hui qu'il n'existe plus de doute sur des limites restées si longtemps incertaines. Il faut les apprécier tous. C'est ainsi qu'on pourra juger en parfaite connaissance de cause les titres des divers concurrents, et procéder au meilleur partage possible des terrains qui peuvent encore être utilement concédés.

(1) Voir cette ordonnance, ci-après, page 793.

MINES. — ANCIENS ARRÊTS. — ENREGISTREMENT.

Sous l'ancienne législation, l'enregistrement par les parlements, des arrêts portant concession de mines, n'était point une formalité nécessaire pour leur validité.

Ces actes étaient réguliers, bien qu'ils n'eussent point été enregistrés, quand ils émanaient du souverain et qu'ils avaient été publiés dans les formes requises pour les divers actes d'administration intérieure du royaume (1).

Dans l'affaire relative aux mines de houille de Saint-Chamond, dont nous avons parlé dans l'article précédent, l'arrêt du 10 décembre 1774, portant concession de ces mines à M. de Mondragon, ne fut point vérifié et enregistré en parlement. Il fut seulement adressé à l'intendant du Lyonnais chargé d'en assurer l'exécution.

On a prétendu, dans l'instance qui avait pour objet la délimitation de cette ancienne concession, que cet arrêt n'était point valable, qu'il se trouvait frappé de nullité par ce défaut d'enregistrement. On soutenait que les vérifications et enregistrements en parlement avaient toujours été indispensables dans l'ancien droit, pour donner la force légale aux actes émanés du souverain.

MM. de Mondragon combattirent cette assertion, qui en effet n'était point fondée.

Ce n'est point ici le lieu d'entrer dans des détails sur l'origine de ce droit de contrôle, que les parlements s'attribuaient sur les actes du gouvernement. L'on sait que sous les rois des deux premières races, les parlements furent des

---

(1) M. Cotelle, avocat aux conseils du roi et à la cour de cassation, professeur de droit administratif à l'École royale des ponts et chaussées, a traité la même question à l'occasion des règlements de grande voirie. (*Cours de droit administratif appliqué aux travaux publics*, tome 2, page 100; *Annales des ponts et chaussées*, année 1837, page 327 des Mémoires et documents). L'article des *Annales* est une réponse à M. Daviel. Bien que nous aimions à reconnaître l'autorité de M. Daviel dans les sujets qu'il éclaire de son talent, nous croyons qu'ici il n'y a pas lieu d'admettre le principe qu'il a soutenu.

assemblées de hauts barons qui se réunissaient pour décider de la guerre et de la paix, de toutes les affaires de l'état, et pour juger les causes des fiefs qui ressortissaient immédiatement de la couronne.

Vers le temps de saint Louis, un grand changement s'opéra. Une grande partie de la noblesse avait péri dans les croisades; le pouvoir royal s'étendit et devint plus absolu, renversant chaque jour les obstacles que lui opposait l'aristocratie féodale, et cherchant à s'affermir sur ses ruines (1). Saint Louis institua de grands bailliages, qui jugeaient en dernier ressort les appels des justices des seigneurs qui n'étaient plus assez forts pour s'y opposer. Il établit en même temps, plusieurs tribunaux pour connaître des causes des particuliers; on les appelait *parloirs du roi*. Quant aux anciens parlements, ils changèrent totalement de forme et devinrent sous Philippe le Bel ce qu'on nomma les états généraux.

Les parloirs du roi, *parlamenta curiæ*, comme on disait à cette époque, se réunissaient deux fois chaque année pour rendre la justice. « Voulons pour le bien de » nos sujets et l'expédition des procès, porte l'édit de 1302, » qu'il se tienne deux fois l'an deux parlements à Paris, » deux à Rouen et à Troyes et un à Toulouse. » Ainsi, ce n'étaient que des tribunaux érigés pour juger les procès.

Bientôt, ils devinrent permanents et ne furent plus composés que de jurisconsultes. Les seigneurs qui en avaient fait partie allèrent combattre à la tête de leurs vassaux et cédèrent la place aux légistes. Ces tribunaux ne représentèrent donc plus que de simples cours judiciaires. Mais ce nom de parlements qu'ils avaient retenu, la présence des pairs et des princes du royaume qui venaient quelquefois siéger à celui de Paris, la coutume qui s'était introduite de leur transmettre, pour être transcrits sur leurs registres et conservés comme en dépôt,

---

(1) C'est ce que M. Arthur Beugnot a parfaitement montré dans son ouvrage sur les institutions de saint Louis, ouvrage couronné en 1821 par l'Académie royale des inscriptions et belles-lettres, et qui lui a ouvert ensuite les portes de cette Académie. Il fallait sans doute encore bien des combats pour abattre complétement l'aristocratie féodale; mais dès Louis IX, on aperçoit qu'elle doit succomber.

les règlements qu'ils devaient faire exécuter (1); toutes ces causes, jointes à la convocation de plus en plus rare des états généraux, leur donnèrent avec le temps une importance politique qui augmenta pendant les troubles civils, la minorité des rois, et que favorisa cette absence de formes stables et régulières, d'un droit public fixe et reconnu dans l'ancienne monarchie française.

Ainsi ils acquirent peu à peu le privilége de vérifier les édits bursaux, de consentir ou de refuser les impôts, de connaître de ce qui concernait les biens de la couronne; on les vit s'entremêler aux plus grandes affaires, tantôt d'accord avec le souverain qui alors invoquait leur concours, et les regardait comme son appui, tantôt en opposition avec la puissance royale qui s'irritait de leur résistance. Les prérogatives qu'ils s'attribuèrent leur furent sans cesse contestées; la volonté du prince suffisait pour rendre leurs arrêts inutiles; on les forçait à l'enregistrement par un lit de justice; on annulait leur résistance par des lettres d'exil.

Louis XI institua les parlements de Grenoble, de Dijon et de Bordeaux. Il est assez remarquable, que les premières remontrances se firent sous son règne. Elles eurent lieu au sujet de la fameuse Pragmatique qu'avait promulguée Charles VII. Il y eut de nouvelles représentations en 1482, à l'occasion de la cherté du blé; mais ce roi n'en permit ni sur l'administration publique, ni sur les finances.

A cette époque, d'ailleurs, le parlement de Paris ne se regardait encore lui-même que comme une simple cour de judicature. On se rappelle qu'après la mort de Louis XI, lorsque le duc d'Orléans, qui fut depuis Louis XII, vint au palais solliciter les chambres de se joindre à lui pour ramener dans Paris le jeune Charles VIII; le premier président, Jean de la Vaquerie, prononça ces paroles: « Le » parlement est pour rendre la justice au peuple; les fi» nances, la guerre, le gouvernement du roi ne sont point » de son ressort (2). »

(1) Jean de Montluçon ou de Montluc, qui vivait du temps de saint Louis, avait réuni en corps de lois, les édits, les ordonnances, ce qu'on appela depuis les *olim*. Quelques auteurs pensent que ce recueil, qui remonte à 1255, a pu suggérer l'idée de déposer au parlement les actes ultérieurs de l'autorité royale, et d'en constater le dépôt, et que telle fut en effet l'origine de la formalité de l'enregistrement.

(2) C'est ce même roi Louis XII, qui, en même temps qu'il vou-

Quelque temps après cependant, sous François Ier, il prit plus d'ascendant; il se montra, lors du concordat, le zélé défenseur des libertés de l'église de France; il fit des remontrances sur quelques impôts, et ce fut le commencement de celles qui furent faites, sous les règnes suivants, en matière de finances. Il chercha à agrandir son pouvoir pendant la captivité du roi. Ce prince, à son retour, lui fit perdre une grande part de son influence en rendant les charges vénales, et en les multipliant.

Au milieu des querelles de religion qui éclatèrent après la mort de François II, et se continuèrent pendant trente années, tout demeura confondu. Mais lorsque Henri IV vint pacifier la France, un de ses premiers soins, dit le célèbre historien de Thou, fut de charger le chancelier Chiverni d'arracher du greffe du parlement toutes les délibérations, tous les arrêts contraires à l'autorité royale intervenus dans ces temps orageux. Lui-même, pendant la trop courte durée de son règne, il envoya plusieurs lettres de justice et alla en personne faire enregistrer ses édits (1).

En 1610, le parlement se trouva investi de la plus haute prérogative dont il eut jamais joui. Il déclara régente la reine Marie de Médicis. Toutefois, il ne s'éleva qu'un mo-

---

lait ainsi reconstituer les parlements comme cours de judicature, soumit à de sages règlements l'administration de la justice. Il recommandait surtout aux magistrats le plus religieux respect pour la loi. Il ordonne *que l'on suivra toujours la loi, malgré les ordres contraires que l'importunité pourrait arracher au monarque.*

(1) Il s'exprimait ainsi à l'occasion de l'édit de Nantes dont l'enregistrement éprouvait des difficultés :

« Si j'avais envie de ruiner la religion catholique, je ne me conduirais pas de la façon. Je ferais venir vingt mille hommes, je chasserais d'ici ceux qu'il me plairait; je dirais : Messieurs les juges, il faut vérifier l'édit, ou je vous ferai mourir; mais alors je ferais le tyran; je n'ai point conquis ce royaume par tyrannie, je l'ai par nature et par mon travail.

» J'aime mon parlement de Paris par dessus tous les autres. Il faut que je reconnaisse la vérité, que c'est le seul lieu où la justice se rend dans mon royaume. Il n'est point corrompu par argent. En la plupart des autres, la justice s'y vend, je le sais, parce que j'ai aidé autrefois à boursiller, mais cela servait à mes desseins particuliers.

» Vos longueurs et vos difficultés donnent sujets de remuements étranges dans les villes. Empêchez que de telles choses n'arrivent plus; je vous prie, que je n'aie plus à parler de cette affaire, et que ce soit pour la dernière fois. Faites-le, je vous le commande et vous en prie. »

ment, et bientôt sous Richelieu il fut forcé de plier comme tout le reste.

L'époque de Louis XIV est l'apogée du pouvoir royal en France. Le parlement qui cassa le testament de Louis XIII, qui de nouveau, et cette fois plus librement que la première (le duc d'Epernon l'avait forcé, les armes à la main, de proclamer régente Marie de Médicis), conféra de nouveau la régence, en la donnant à Anne d'Autriche, ne montra sous ce long règne aucune résistance. Vainement il avait essayé de s'opposer à Mazarin (1). S'il eut au temps de la Fronde un pouvoir éphémère, il fut suivi d'une prompte obéissance. Dès l'année 1655, Louis XIV était venu défendre les assemblées des chambres (2). En 1657 il ordonna, par un édit renouvelé depuis, en 1673, qu'en aucun cas le parlement ne fît de représentations que dans la huitaine, après avoir enregistré sans délai; les remontrances même cessèrent.

On sait les démêlés du parlement avec le régent. Une déclaration du 15 septembre 1715 disposa que les actes émanés du roi seraient adressés au parlement pour y être enregistrés, et qu'il pourrait, avant d'y procéder, représenter ce qu'il jugerait à propos pour le bien du royaume (3). Mais un arrêt rendu trois ans après, le 21 août 1718, indiqua quel était le sens de cette déclaration : il limita la faculté de contrôle aux seuls actes qui seraient transmis au parlement et lui fit défense expresse de faire aucune remontrance, délibération ou représentation sur les ordonnances, édits, déclarations qui ne lui auraient pas été adressés, comme aussi de prendre connaissance d'aucune affaire concernant le gouvernement de l'état, si le roi ne trouvait bon de lui demander son avis par un ordre exprès.

---

(1) La tête de Mazarin avait été mise à prix par un arrêt de ce même parlement qui plus tard vint le complimenter.

(2) « On sait, dit-il, les malheurs qu'ont produits vos assem- » blées; j'ordonne que l'on cesse celles que l'on a commencées » sur mes édits. Monsieur le premier président, je vous défends » de les souffrir; et vous, ajouta-t-il, en se tournant vers les » conseillers des enquêtes, je vous défends de les demander. »

(3) Déjà l'ordonnance de Moulins, de 1566, contenait des dispositions semblables. Voir les articles 1 et 2. Voir aussi les articles 207 et 208 de l'ordonnance de Blois, de 1579.

En 1725, il y eut un nouveau lit de justice pour le contraindre à enregistrer plusieurs édits. On lui réserva seulement la liberté des remontrances.

En 1756, autre édit, du 13 décembre, qui ordonna d'enregistrer immédiatement après la réponse du roi aux remontrances permises.

Enfin, le 7 septembre 1770, il lui fut fait défense de rendre jamais d'arrêt qui retardât les enregistrements sous peine d'être cassé.

De là, jusqu'à la fin de la monarchie, on connaît son histoire, sa résistance, l'arrêt qui fut porté contre lui, et son rétablissement à la veille d'une révolution qui allait tout briser.

Il y a des cas où les simples affaires des particuliers se lient à de hautes questions. C'est pourquoi nous avons pensé qu'il n'était point sans intérêt de retracer ici en peu de mots ces vicissitudes d'un corps illustre qui sut, en des temps difficiles, exercer une opposition courageuse, et tenta, mais en vain, de donner au pays, avec les garanties judiciaires, les libertés politiques. On voit dans ce tableau rapide que le droit de contrôle auquel il prétendait ne fut jamais regardé comme une loi de l'état, et que le souverain renversait à son gré ces barrières opposées à son pouvoir.

Et pour en revenir à la question même qui nous occupe, l'enregistrement ne fut une formalité nécessaire, avouée, que pour les actes dont les juges devaient maintenir l'exécution. C'était alors une des manières de promulguer, de revêtir d'un caractère d'authenticité et de publicité, les lois et règlements dont l'observation ressortissait des tribunaux, mais elle ne s'appliquait pas, ou du moins on n'admettait point qu'elle s'appliquât aux actes dont le maintien se trouvait confié à la juridiction administrative.

A côté du parlement s'élevait le grand conseil ou conseil d'état, qui avait succédé au premier conseil des rois composé autrefois des principaux du royaume. Sa juridiction était plus étendue, et, en quelques points, supérieure à celle des parlements. Il connaissait des évocations des causes portées devant eux, et quelquefois même reformait leurs arrêts. C'est là que se rendaient les diverses ordonnances concernant le gouvernement et l'administration, et

que se trouvait concentré, sous l'autorité suprême du roi, le véritable pouvoir administratif (1).

Aussi existe-t-il un grand nombre d'actes d'administration publique, qui avaient et qui sont encore considérés aujourd'hui comme ayant force de loi, bien qu'ils n'aient été enregistrés dans aucun parlement. Tels sont, par exemple, la plupart des règlements de grande voirie dont l'exécution était dévolue aux bureaux des finances.

La cour de cassation a plusieurs fois décidé que ces règlements étaient applicables dans tout le royaume; et si elle a fait exception, c'est uniquement pour les dispositions générales qu'ils contiennent lorsque ces dispositions rentrent, en vertu de la législation actuelle, sous la juridiction des tribunaux.

C'est ce qui résulte notamment d'un de ses arrêts du 24 juillet 1834, cité par tous les jurisconsultes qui, depuis, ont traité cette question. Il s'agissait de savoir, si un règlement du 31 octobre 1744 sur la pêche fluviale, qui prononce une peine d'emprisonnement contre les contrevenants, était encore applicable dans les départements formés de l'ancienne province de Normandie, dans laquelle il n'avait pas reçu la formalité de l'enregistrement. La cour a décidé, qu'en tant que cette ordonnance contenait des dispositions réglementaires pour le fait de la pêche, elle avait bien pu, par elle-même, devenir obligatoire comme étant émanée du roi, suprême administrateur de France; mais, que cette même ordonnance contenant aussi des dispositions pénales nouvelles, elle devait être, sous l'empire du droit public d'alors, enregistrée au parlement de Normandie pour avoir force de loi dans cette province sous le rapport de ses dispositions pénales.

De même, en ce qui concerne les mines en particulier, beaucoup d'arrêts non enregistrés reçurent, sans conteste, une complète exécution, non pas seulement ceux qui statuaient sur des concessions spéciales, mais ceux qui posaient des principes généraux.

---

(1) M. Vatout, dans son rapport du 30 juin 1837, sur le projet de loi concernant l'organisation et les attributions du conseil d'état, s'est livré à des recherches fort instructives sur les anciens conseils du roi. Ce travail présente le tableau de leur organisation et de leurs travaux.

Tels furent parmi ces derniers, l'arrêt du conseil, du 14 mai 1604, qui prononçait la dépossession des exploitants s'ils discontinuaient leurs travaux pendant quinze jours seulement, et qui réservait aux seigneurs hauts-justiciers, le quarantième du produit brut des mines;

L'édit du 13 mai 1698, qui permit à tous les propriétaires de terrains qui renfermaient des mines de charbon de terre, de les exploiter sans être obligés de se pourvoir d'une permission;

L'arrêt du 15 janvier 1741, qui exigea de tous les exploitants de mines la production des titres en vertu desquels ils exploitaient, et qui fut un premier retour aux règles nécessaires à la conservation des richesses minérales;

L'arrêt du 14 janvier 1744, qui rapporta l'édit de 1698;

L'arrêt du 19 mars 1783, qui consacra définitivement les principes que celui de 1744 avait établis.

Il est vrai que pendant un certain temps, il y eut une magistrature spéciale pour juger les contestations en matière de mines; elle statuait en première instance, et l'appel de ses jugements était interjeté par devant le parlement du ressort. Cela fut réglé par l'édit donné en juin 1601 par Henri IV. Alors, tous les actes de concession durent être adressés, pour y être enregistrés, aux parlements qui se trouvaient appelés à statuer sur les litiges que ces concessions feraient naître. Mais cet ordre de choses ne subsista que jusqu'en 1744. Un autre arrêt de cette année, attribua la juridiction en première instance aux intendants des provinces, et l'appel dut ressortir au conseil d'état. Dès ce moment, l'enregistrement aux parlements des actes de concession ne fut plus nécessaire; les parlements n'avaient plus à en connaître, et d'après l'arrêt de 1718, il leur était défendu d'en faire aucun contrôle, d'en entraver l'exécution. Sans doute, quelques ordonnances de concession leur furent encore envoyées dans la suite, soit par l'effet d'une ancienne habitude, soit comme un hommage bénévole qui leur était rendu; mais, ce n'etait plus une formalité exigée, une règle absolue.

Enfin ce qui achève de démontrer que, sous l'ancien régime, et hors le court intervalle dont il vient d'être question, l'enregistrement des lettres patentes relatives aux concessions de mines n'était nullement considéré comme la sanction de leur validité, c'est que les arrêts

d'enregistrement pouvaient être et étaient quelquefois annulés par des arrêts du conseil. Nous avons rappelé dans un autre article (1) l'arrêt du 21 juillet 1781, qui cassa l'acte d'enregistrement des lettres patentes portant concession des mines de houille de Montcenis, parce que le parlement de Dijon avait, dans cet enregistrement, réservé aux propriétaires du sol la faculté d'exploiter les mines qui se trouvaient sur leurs terrains dans l'enceinte de la concession. Si ces enregistrements pouvaient être annulés, mis au néant, ils n'etaient donc point regardés comme l'exercice d'un contrôle indépendant, comme le fait d'une autorité dont le concours fût nécessaire pour valider les concessions.

Dans l'affaire de Saint-Chamond, les lettres patentes du 10 décembre 1774 qui instituèrent cette concession, furent transmises à l'intendant général de la province, pour être publiées dans la forme qui s'appliquait alors aux divers actes d'administration intérieure du royaume. Elles étaient par conséquent parfaitement régulières, en rapport avec tout ce que nous venons d'exposer de cette ancienne législation. Il n'y avait lieu que d'en interpréter les dispositions, en ce que les limites de la concession s'y trouvaient vaguement définies. L'ordonnance royale du 7 mai 1838, qui a fixé cette délimitation, a par cela même implicitement reconnu la validité de ce titre, et a par conséquent admis comme principe, qu'un acte de concession de mine avait eu, et conservait toute sa force bien qu'il n'eût point été enregistré en parlement.

---

(1) *Annales des mines*, 3e série, tom. XI, page 615.

ORDONNANCES DU ROI

ET DÉCISIONS DIVERSES,

Concernant les mines, usines, etc.

PREMIER SEMESTRE DE 1838.

Ordonnance du 7 *janvier* 1838, *portant que* M. Lecomte *est autorisé à établir un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer, en remplacement du moulin qu'il possède sur la rivière de* Blaiseron, *dans la commune de* Brachey, *arrondissement de* Vassy (Haute-Marne). Haut-fourneau, à Brachey.

Ordonnance du 7 *janvier* 1838, *portant que* M. Gauthier *est autorisé à conserver et tenir en activité quatre lavoirs à bras, pour le lavage du minerai de fer, établis dans une propriété qu'il tient à bail de* M. Simonin, *au lieu dit* La Charmotte, *commune de* Rosey, *arrondissement de* Vesoul (Haute-Saône). Lavoirs à bras à Rosey.

Ordonnance du 7 *janvier* 1838, *portant que* M. Gauthier *est autorisé à établir un lavoir à cheval et deux lavoirs à bras, pour le lavage du minerai de fer, dans une propriété qu'il possède au lieu dit* Fontaine Éteinte, *commune de* Vy-le-Ferroux, *arrondissement de* Vesoul (Haute-Saône). Lavoirs, à Vy-le-Ferroux.

Usine à fer des Bièvres.

Ordonnance du 7 *janvier* 1838, *portant que* M. FEAUVEAU-DESLIARS *est autorisé à conserver et tenir en activité l'usine à fer des* BIÈVRES, *qu'il possède dans la commune de Lançon, arrondissement de* VOUZIERS (Ardennes), *et qui est et demeure composée :*

1° D'un haut-fourneau ;

2° De deux feux d'affinerie au charbon de bois, d'un feu de chaufferie et d'un gros marteau;

3° D'un bocard pour le minerai ;

4° D'un bocard à crasses ;

5° Enfin des mécanismes nécessaires au roulement de l'usine.

Mines de plomb de l'Argentière.

Ordonnance du 16 *janvier* 1838, *portant qu'il est fait concession à la Société* Auguste-Charles SURELL, *de mines de plomb situées commune de l'*ARGENTIÈRE (Hautes-Alpes).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *Concession de l'Argentière*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, par une ligne brisée menée de la fente de rocher dite le *Gorgeat*, à l'angle nord-ouest de la maison la plus septentrionale du hameau de l'*Echaillon*, et de ce point à l'ouverture de la galerie dite la *Pinée;*

A l'est, par une ligne tirée de l'ouverture de la galerie de la Pinée à l'angle sud-est du four banal de la Blachières ;

Au sud, par une ligne brisée partant de l'angle sud-ouest du four banal de la Blachières, passant par l'angle nord-ouest de la chapelle Saint-Roch, et allant aboutir à l'ouverture de la galerie du bois ;

A l'ouest, par une ligne droite menée de l'ouverture de ladite galerie à la fente du rocher de Gorgeat, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de vingt-trois hectares, vingt-quatre ares.

Ordonnance du 16 *janvier* 1838, *portant qu'il est fait concession à la Société* Auguste-Charles Surell *des mines de cuivre pyriteux, situées sur la montagne du* Chardonnet, *communes du* Monestier *et de* Nevache, *arrondissement de* Briançon (Hautes-Alpes). Mines de cuivre pyriteux du Chardonnet.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession du Chardonnet*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, par une ligne droite menée de l'extrémité septentrionale du lac de *Serres* à la tête de la *Cassille ;*

A l'est, par une ligne brisée, partant de la Cassille, passant par l'extrémité occidentale du lac des *Minéraux*, par le sommet du mamelon de l'Argentière, et joignant le sommet de la grande Casse ;

Au sud et *à l'ouest*, par une ligne brisée menée du sommet de la grande Casse à la *Cée haute*, et de là à l'extrémité septentrionale du lac des Serres, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de deux cent vingt-six hectares.

Ordonnance du 25 *janvier* 1838, *portant qu'il est donné acte tant aux sieur et dame d'*Osmond *qu'au sieur* Loiseau, *de la déclaration faite par ce dernier, qu'il se désiste du pourvoi par lui formé contre notre ordonnance du* 24 *décembre* 1835. Tréfilerie de Donzy.

Ordonnance du 2 *février* 1838, *portant que* MM. Serret, Lelièvre et compagnie, *et* M. Fourcroy, *sont autorisés à établir un haut-fourneau destiné à la fusion du minerai de fer, dans la commune de* Guines, *arrondissement de* Boulogne-sur-mer (Pas-de-Calais). Haut-fourneau à Guines.

(Extrait.)

Art. 2. Les permissionnaires se conformeront, en ce qui concerne la pose et la mise en mouvement de la machine à vapeur qui doit activer la soufflerie dudit haut-fourneau, aux dispositions des ordonnances et règlements qui sont relatifs à l'établissement des machines à vapeur.

Usine à fer, commune de Génis.

Ordonnance du 2 *février* 1838, *portant que* M. Boisset *est autorisé à établir une usine à fer composée de deux feux d'affinerie et d'un marteau, en remplacement du moulin à blé des* Pervendoux, *situé sur le cours du* Haut-Vézère, *commune de* Génis (Dordogne).

Lavoirs à Bras, à Beire-le-Châtel

Ordonnance du 2 *février* 1838, *portant que* MM. Thoureau *et* Ferriot *sont autorisés à établir quatre lavoirs à bras, pour le lavage du minerai de fer, sur la rivière de* Tille, *dans la commune de* Beire-le-Chatel (Côte-d'Or).

Lavoir à cheval, à Broye-les-Loup.

Ordonnance du 2 *février* 1838, *portant que* M. Duchon *est autorisé à établir un lavoir à cheval, pour le lavage du minerai de fer, dans un terrain qu'il possède au lieu dit le* Bois Noel, *dans la commune de* Broye-les-loup, *arrondissement de* Gray (Haute-Saône).

Mines d'anthracite de Bazougers.

Ordonnance du 4 *février* 1838, *portant qu'il est fait concession à* MM. Alexandre-Emile Leblanc de Boisricheux *et* Jules-Bernard Dutreil, *de mines d'anthracite situées dans l'arrondissement de* Laval (Mayenne).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Bazougers*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au midi, 1° par une ligne droite allant du clocher de Bazougers à l'angle nord-est du bâtiment le plus septentrional de la ferme de la Valette ; 2° par une autre ligne droite partant de l'angle nord de ce bâtiment et aboutissant au sommet de l'angle le plus au nord-est du dernier bâtiment des Goupandières ;

A l'ouest, par une droite partant du sommet dudit angle, passant par l'angle le plus au nord-est du bâtiment le plus avancé de la métairie des Brosses, vers ce point de l'horison, ladite ligne prolongée jusqu'à son point d'intersection avec la route qui conduit de Laval au Mans ;

Au nord, à partir de ce point d'intersection, par la prolongation de ladite route jusqu'au clocher de Soulgé ;

A l'est, par une ligne droite partant du clocher de Soulgé et aboutissant à celui du village de Bazougers, point de départ ; laquelle limite *est* sert de limite *ouest* à la concession de la Bazouges de Chéméré instituée par ordonnance royale du 6 septembre 1825.

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de onze kilomètres carrés, quatre-vingts hectares.

Ordonnance du 11 *février* 1838, *portant que la renonciation de* MM. Joseph-Lazare-Philippe *et* Bernard-Lazare MAGNAN DE KOTHEN, *à la concession des mines de plomb de la* GARDE-FREINET (Var), *qui leur a été accordée par l'ordonnance du* 10 *mars* 1833, *est acceptée.*

Mines de plomb de la Garde-Freinet.

(Extrait.)

Art. 2. MM. Magnan de Kothen seront tenus de faire boucher les ouvertures et les puits qu'ils ont pratiqués dans le périmètre de cette concession.

Les ouvertures au jour des puits et les galeries qui en dépendront, seront solidement comblées ou bouchées à

leurs frais, suivant le mode qui sera prescrit par le préfet, sur la proposition des ingénieurs des mines et à la diligence des maires des communes sur le territoire desquelles ces travaux ont eu lieu.

Bocard et Patouillet, à Chatonrupt.

Ordonnance du 11 *février* 1838, *portant que* M. Collin *est autorisé à établir un bocard et un patouillet pour la préparation du minerai de fer, dans sa propriété, sur la rive droite du ruisseau de* Sommermont, *commune de* Chatonrupt, *arrondissement de* Vassy (Haute-Marne).

Lavoirs, à la Chapelle Saint-Quillain.

Ordonnance du 11 *février* 1838, *portant que* MM. Jeanmaire *et* Bouchot *frères sont autorisés : 1° à établir un lavoir à cheval pour le lavage du minerai de fer, près du moulin appelé le* Harlin, *qu'ils possèdent sur une dérivation de la rivière de* Morthe, *au lieu dit le* Pré de la Morthe et du Chêne, *dans la commune de la* Chapelle Saint-Quillain, *arrondissement de* Gray (Haut Saône); 2. *à transférer à une cinquantaine de mètres en aval de ce lavoir à cheval, les quatre lavoirs à bras permissionnés par l'ordonnance du* 3 *janvier* 1827.

Lavoirs à Broye-les-Loup

Ordonnance du 11 *février* 1838, *portant que* M. Duchon *est autorisé à établir deux lavoirs à cheval et huit lavoirs à bras pour le lavage du minerai de fer, dans le bois dit* Noel, *qu'il possède dans la commune de* Broye-les-Loup, *arrondissement de* Gray (Haute-Saône).

Usine à fer de Denain.

Ordonnance du 11 *février* 1838, *portant que* MM. Serret, Lelièvre *et compagnie sont autorisés*

***à établir deux nouveaux hauts-fourneaux, pour la fusion du minerai de fer, dans leur usine de* Denain*, arrondissement de* Valenciennes (Nord.)**

(Extrait.)

Art. 2. Les permissionnaires se conformeront, en ce qui concerne la pose et la mise en mouvement des machines à vapeur qui doivent activer les soufflets des deux hauts-fourneaux, aux dispositions des ordonnances et règlements qui sont relatifs à l'établissement des machines à vapeur.

Ordonnance du 11 *février* 1838, *portant que* MM. Cousturier, *père et fils, sont autorisés à établir un second haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer, contre la tour de celui qu'ils possèdent sur le cours de la* Seine, *dans la commune d'*Ampilly-le-Sec (Côte-d'Or); *et que ce haut-fourneau sera construit en remplacement de deux foyers d'affinerie, qui ont été maintenus par ordonnance royale du* 24 *août* 1833 *et qui seront supprimés.*

Haut-fourneau, à Ampilly-le-Sec.

Ordonnance du 12 *février* 1838, *portant que* M. Louis Agard-Mazières *est autorisé :* 1° *à maintenir la forge qu'il possède sur le ruisseau de* Trieux, *dans la commune de* Busseroles (Dordogne); 2° *à établir un haut-fourneau et autres accessoires dans la même usine, de manière que l'ensemble de la consistance de l'établissement comprenne :*

Usine à fer de Busserolles.

Un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer,
Un bocard pour les laitiers,
Un lavoir à bras pour le minerai,
Deux feux d'affinerie et deux marteaux.

Usine à fer de Gourmier.

Ordonnance du 13 *février* 1838, *portant que la compagnie des fonderies et forges d'*Alais *est autorisée à établir, pour l'usage de son usine de* Gourmier (Gard), *une prise d'eau dans le* Gardon, *avec double aqueduc et en passant par dessous le canal dit des* Moulins d'Alais.

Mines de fer de Masnaguine.

Ordonnance du 12 *février* 1838, *portant qu'il est fait à* MM. Jean Fabre et Joseph-Germain Sargines de Laur, *concession de mines de fer dans la commune de* Cassagnoles (Hérault).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession sera désignée sous le nom de concession de *Masnaguine;* elle renferme une étendue superficielle de trois kilomètres carrés, neuf hectares, et est bornée ainsi qu'il suit, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, savoir :

Au nord, à partir de la borne n° 13, point de séparation des trois communes de Félines et Cassagnoles (Hérault), et Lespinassière (Aude), par la limite des deux communes de Cassagnoles et Lespinassière jusqu'au point de jonction, marqué A sur le plan, de deux chemins dont l'un conduit de Lespinassière à Ferrols, et l'autre du premier de ces villages à Cassagnoles ; de ce point par une ligne droite menée au point B d'intersection du chemin de Masnaguine à Mancès, avec le ruisseau désigné sous le nom de ruisseau de Masnaguine ;

A l'est, par une ligne droite menée du point B au signal de Masnaguine, désigné par la lettre J ; de ce point, par une ligne droite menée au point C de jonction des chemins de Mancès et Lespinassière à Saint-André ; de ce point en suivant les contours du chemin qui conduit à Saint-André, jusqu'à l'extrémité sud de ce hameau désigné par la lettre E ;

Au sud, par une ligne droite menée du point E au point D de jonction des deux ruisseaux de Leuze et de Constant Galy ;

A l'ouest, par la partie des limites des communes de Cassagnoles et de Félines, qui est comprise entre le point D et la borne n° 13, point de départ.

Ordonnance du 12 février 1838, *portant rectification des limites de la concession des mines de fer de* Massevaux (Haut-Rhin et Vosges). Mines de fer de Massevaux.

(Extrait.)

Art. 1er. L'article 1er de l'ordonnance du 19 janvier 1834, est et demeurera remplacé par la disposition ci-après :

La concession des mines de fer, accordée par lettres-patentes de Louis XIV, le 18 septembre 1686, au comte de Rothembourg, seigneur de Massevaux, représenté aujourd'hui par les héritiers de madame Sophie de Rosen, décédée épouse en secondes noces de M. Voyer-d'Argenson, est limitée ainsi qu'il suit, tant dans le département du Haut-Rhin, que dans celui des Vosges, conformément au plan annexé à la présente ordonnance :

Au sud-est, à partir du clocher de Sentheim (Haut-Rhin), une ligne deux fois brisée légèrement, se dirigeant à peu près vers le nord-est, passant par le clocher de Roderen, puis par celui de Steinbach, et aboutissant à environ 500 mètres de distance au delà de ce dernier clocher, au croisement de deux chemins sur la limite entre les territoires des communes d'Uffholtz et de Cernay et Steinbach, auquel croisement on placera une pierre borne ;

Au nord-est, à partir de ce croisement de chemin, une ligne plusieurs fois brisée et contournée, et dirigée moyennement vers le nord-ouest, formant la limite entre les territoires d'Uffholtz et de Bitschwiller, situés au nord-est en dehors de la concession, et ceux de Steinbach et Cernay, situés au sud-ouest à l'intérieur de la concession, et s'arrêtant à la sommité dite Beckerkopf, point tribanal entre les communes de Steinbach, Thann et de Bitschwiller ;

Au nord, à partir de cette sommité, une ligne plusieurs fois brisée, dirigée moyennement vers le sud-ouest, formant la limite entre la commune de Bitschwiller, située au

nord-ouest en dehors de la concession, et celles de Steinbach et Cernay, de Thann et de Rammersmak, situées au sud-est de la limite, à l'intérieur de la concession, et s'arrêtant au lieu dit Hundsmeken, à une pierre borne, point tribanal entre les communes de Bitschwiller de Rammersmak et de Bourbach-le-Haut;

De nouveau *au nord*, à partir de cette pierre borne, une ligne plusieurs fois brisée, dirigée moyennement vers le nord-ouest, formant la limite entre la commune de Bitschwiller, au nord-est en dehors de la concession, et celle de Bourbach-le-Haut, à l'ouest et à l'intérieur de la concession jusqu'à la pierre borne quadrangulaire entre les communes de Bitschwiller, de Viller, de Mosch et de Bourbach-le-Haut, au lieu dit Thannerhobel;

Toujours *au nord*, à partir de cette pierre borne, une longue ligne extrêmement brisée et contournée, dirigée moyennement vers l'ouest-nord-ouest, passant, vers son extrémité nord-ouest, par les sommités Rinbachkopf, Chalet du Rouge gazon et Chalet du neuf bois, séparant la vallée de Saint-Amarin à l'est, d'avec celles de Massevaux et autres à l'ouest, et formant les limites entre les communes suivantes, savoir: en dehors de la concession, celles de Mosch, de Mitzach, de Mollau, de Stockensohn et d'Urbay, et en dedans de la concession, celles de Bourbach-le-Haut, de Massevaux, de Wogscheid, de Rimbach, puis celle de Saint-Maurice, département des Vosges, ladite ligne s'arrêtant à la pierre tribanale entre les communes d'Urbay (Haut-Rhin) et de Saint-Maurice et Bussang (Vosges);

Au nord-ouest, à partir de cette pierre borne, une ligne droite se dirigeant vers l'ouest-sud-ouest, et aboutissant au pont de l'ancienne scierie de la colline de la Grande-Goutte, commune de Saint-Maurice (Vosges);

Au sud-ouest, à partir de ce point une longue ligne droite qui rentre bientôt dans le département du Haut-Rhin, aboutissant au lieu dit Jésuitenstein, à la pierre quadribanale, entre les communes de Kirchberg, de Rougemont et de Massevaux que la limite traverse, et de celle de la Madelaine en dehors de la concession;

A l'ouest-sud-ouest, à partir de cette pierre borne, une ligne droite aboutissant au clocher de Lauw;

Enfin *au sud*, à partir de ce clocher, une dernière ligne

droite aboutissant au clocher de Sentheim, point de départ.

***Art.* 2. Les limites désignées en l'article précédent, renferment une étendue superficielle de 132 kilomètres carrés, 75 hectares.**

Ordonnance du 25 *février* 1838, *relatives aux carrières souterraines du département du* Calvados.

Carrières souterraines du département du Calvados.

Art. 1er. Les carrières de pierre calcaire, exploitées ou à exploiter par travaux souterrains dans le département du Calvados, seront, à compter de la publication qui aura été faite, dans le département, de la présente ordonnance, soumises aux mesures d'ordre et de police qui sont prescrites ci-après.

TITRE Ier.

EXERCICE DE LA SURVEILLANCE DE L'ADMINISTRATION SUR L'EXPLOITATION DES CARRIÈRES.

Art. 2. Tout propriétaire ou entrepreneur qui se proposera, soit de continuer l'exploitation d'une carrière en activité, soit de reprendre les travaux d'une carrière abandonnée, soit d'en ouvrir une nouvelle, sera tenu d'en faire la déclaration devant le préfet, par l'intermédiaire du sous-préfet de l'arrondissement, et du maire de la commune dans laquelle l'exploitation aura lieu.

Art. 3. Cette déclaration énoncera les nom, prénoms et demeure du propriétaire ou entrepreneur de l'exploitation, avec indication de ses droits de propriété et de jouissance du sol; elle énoncera aussi le nombre d'ouvriers que l'exploitant se proposera d'employer, avec désignation des différentes fonctions auxquelles ces ouvriers seront appliqués d'après les usages locaux; enfin elle fera connaître d'une manière précise le lieu et l'emplacement de l'exploitation, la disposition générale des travaux faits et à faire, ainsi que les moyens qui seront employés pour assurer la solidité des ouvrages, pour prévenir les accidents tant en dehors qu'à l'intérieur, pour épuiser les eaux et pour extraire les matières.

La déclaration sera accompagnée d'un plan de la surface des terrains à exploiter, indiquant les édifices, habitations, clôtures murées et chemins qui peuvent exister, tant sur ce terrain qu'à la distance de 30 mètres au moins de ses limites, et représentant les travaux d'exploitation existants ou projetés. Ce plan sera dressé sur une échelle de 2 millimètres pour mètre. Il devra être visé par le maire de la commune et vérifié par l'ingénieur des mines.

Art. 4. Ladite déclaration sera faite par l'entrepreneur, qu'il soit ou non propriétaire du sol : 1° pour toute carrière en activité, dans le délai de quatre mois, à compter de la publication de la présente ordonnance ; 2° pour toute carrière, soit nouvelle, soit anciennement fouillée, un mois avant la mise en activité des travaux projetés.

Art. 5. Faute par les propriétaires ou entrepreneurs d'avoir fait, dans les délais prescrits, la déclaration exigée par les art. 2, 3 et 4 ci-dessus, le préfet, aussitôt qu'il sera informé de l'existence d'une exploitation non déclarée, en ordonnera la visite; après quoi, et sur le rapport du maire de la commune où sera située ladite exploitation, et sur l'avis de l'ingénieur des mines, le préfet pourra ordonner que, provisoirement et par mesure de police, les travaux en seront suspendus jusqu'à ce que la déclaration prescrite ait été effectuée, le tout, sauf recours au ministre des travaux publics, de l'agriculture et du commerce, et sans préjudice des poursuites qui seront dirigées contre l'exploitant pour cause d'infraction au présent règlement.

Art. 6. Toute société ayant pour objet l'exploitation d'une carrière, sera tenue de choisir et de désigner au préfet un de ses membres pour correspondre en son nom avec l'autorité administrative.

Art. 7. Chaque année, dans le courant de janvier, les exploitants des carrières souterraines adresseront au préfet le plan des travaux exécutés dans le cours de l'année précédente. Ce plan sera dressé sur l'échelle de 2 millimètres pour mètre, de manière à pouvoir être rattaché au plan général mentionné en l'art. 3 ci-dessus. Il sera visé par le maire, et vérifié, s'il y a lieu, par l'ingénieur des mines.

Art. 8. En cas de difficultés qui s'opposeraient à ce que les plans exigés par les art. 3 et 7 fussent produits dans les délais spécifiés, le préfet, sur la demande des exploitants,

et après avoir pris l'avis de l'ingénieur des mines, pourra étendre ces délais.

Art. 9. Dans toutes carrières, la surveillance de la police, à l'égard des travaux d'exploitation, sera exercée sous l'autorité du préfet, par l'ingénieur des mines ou par le garde-mines, et concurremment par le maire ou par tout autre officier de police municipale, chacun dans l'ordre de ses attributions, et conformément à ce qui est prescrit par les art. 47, 48, 50, 51 et 82 de la loi sur les mines, du 21 avril 1810, par l'art. 40 du décret organique du 18 novembre 1810, et par les art. 3, 4, 5, 7, 11, 13 et 14 du décret sur la police souterraine, du 3 janvier 1813.

Art. 10. Lorsque, par une cause quelconque, l'exploitation d'une carrière compromettra la sûreté publique et celle des ouvriers, la solidité des travaux, la conservation du sol ou des habitations de la surface, les propriétaires ou exploitants seront tenus d'en donner immédiatement avis à l'ingénieur des mines, ainsi qu'au maire de la commune où l'exploitation sera située.

Art. 11. L'ingénieur des mines donnera aux exploitants des instructions sur la conduite de leurs travaux, sous le rapport de la sûreté et de la salubrité. Il informera les préfets de tous les désordres, abus, inconvénients et dangers qu'il aurait observés en visitant les carrières, et proposera les moyens d'amélioration ou les mesures de sûreté et d'ordre dont il aura reconnu l'utilité et la nécessité.

Art. 12. Le maire informera aussi le préfet de tous les vices qu'il aurait remarqués dans les carrières de la commune, et qui seraient de nature à occasionner des accidents.

Art. 13. En cas de péril imminent, il prendra, par provision, toutes les mesures qu'il jugera propres à le faire cesser.

Art. 14. Sur le rapport de l'ingénieur des mines et sur l'avis du maire de la commune, le préfet, après avoir entendu l'exploitant de la carrière, prendra telles mesures qu'il jugera nécessaires, et pourra même prononcer l'interdiction des travaux reconnus dangereux, sauf recours au ministre des travaux publics, de l'agriculture et du commerce.

En cas d'urgence, l'arrêté du préfet sera exécuté par provision.

Des ampliations de cet arrêté seront adressées au maire

de la commune, au sous-préfet de l'arrondissement et à l'ingénieur des mines. Une expédition en sera delivrée à l'exploitant, et affichée en un lieu apparent de la carrière.

Art. 15. L'exploitant sera tenu de faciliter à l'ingénieur des mines, au maire, ainsi qu'à tout autre fonctionnaire public délégué par l'administration, les moyens de visiter et de reconnaître les travaux d'exploitation.

Art. 16. Il sera personnellement responsable du fait de ses employés et ouvriers. Ces derniers devront toujours être porteurs de livrets, conformément à l'art. 12 de la loi du 22 germinal an XI (12 avril 1803).

Art. 17. Nul exploitant ne pourra abandonner, combler ni faire écrouler une carrière, sans en avoir fait la déclaration au préfet, un mois au moins à l'avance. Le préfet, après avoir fait reconnaître l'état des travaux, prescrira ce qu'il appartiendra dans l'intérêt de la sûreté publique, sauf tout recours au ministre des travaux publics, de l'agriculture et du commerce.

TITRE II.

RÈGLES SPÉCIALES POUR L'EXPLOITATION.

Art. 18. Les ouvertures des puits dans les carrières, où ce moyen d'atteindre les bancs à exploiter est employé, ne pourront se faire qu'à 10 mètres des chemins à voitures, de quelque classe qu'ils soient, ainsi que des édifices et constructions quelconques, sauf les exceptions qu'exigeraient les localités. Il sera alors statué par le préfet sur le rapport de l'ingénieur en chef des mines, et, s'il y a lieu, sur celui des ingénieurs des ponts-et-chaussées.

Art. 19. Pour soutenir chaque puits, on laissera au pied quatre piliers qui auront chacun 3 mètres et demi de face, sauf les parties qui seront enlevées par les angles des puits.

Art. 20. Les échelles pour la descente seront à deux montants en bois de chêne, sain et nerveux. Les échelons seront en bois dur ou en fer, et assez forts pour ne pas rompre ou fléchir sous le poids qu'ils ont à supporter. Les échelles, auxquelles on donnera une inclinaison de 25 centimètres par mètre au plus, seront fixées de 4 en 4 mètres avec des happes ou tenons en fer scellés dans la masse de la pierre. La tête de la première échelle

s'élèvera de 8 à 9 décimètres au-dessus de la partie la plus basse du sol de la petite galerie qui y conduit.

Art. 21. La hauteur des travaux souterrains n'excédera pas 5 mètres et demi, et on donnera aux galeries 7 mètres au plus de largeur. Dans les carrières dont la largeur sera plus considérable, on conservera des piliers de 3 mètres de face distants de 7 mètres au plus, et disposés de manière que le plan des travaux présente, autant qu'il sera possible, un ensemble régulier de pleins et de vides, excepté dans les endroits qui renferment des crevasses ou courants, dans lesquels on augmentera la force et le nombre des piliers, autant qu'il sera nécessaire pour prévenir les éboulements.

Dans les cas où les circonstances locales autoriseraient à donner à l'exploitation une plus grande hauteur, cette hauteur sera fixée par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur en chef des mines.

Art. 22. La distance à observer aux approches des chemins, des sentiers et des terrains libres, sera déterminée par le préfet dans les formes prescrites par l'art. 14, d'après la nature et l'épaisseur du terrain recouvrant la masse en exploitation.

TITRE III.

DE LA RÉPRESSION DES CONTRAVENTIONS.

Art. 23. Les contraventions aux dispositions ci-dessus prescrites, qui seraient commises par les exploitants, et d'où résulteraient des dégradations quelconques aux voies de communication, ainsi que toutes les contraventions qui auraient pour effet, soit de porter atteinte à la solidité des carrières, soit de compromettre la sûreté publique, celle des ouvriers, et celle des habitations de la surface, seront constatées et poursuivies par voie administrative, conformément aux art. 50 et 82 de la loi sur les mines et carrières du 21 avril 1810, aux art. 30 et 31 du règlement général sur les carrières, du 22 mars 1813, à la loi du 29 floréal an X, et au décret du 16 décembre 1811 sur la grande voirie.

Les procès-verbaux constatant lesdites contraventions, seront rédigés par l'ingénieur des mines ou par le garde-mines, et concurremment par les autres fonctionnaires

publics désignés en l'art. 2 de la loi précitée du 29 floréal an X.

Ces procès-verbaux seront affirmés devant le maire ou l'adjoint du maire, par le garde-mines à cet effet assermenté, et transmis de suite au sous-préfet de l'arrondissement, lequel ordonnera par provision ce que de droit.

Il sera statué par le conseil de préfecture, tant sur les oppositions qui auraient été formées par les délinquants, que sur les amendes par eux encourues.

Art. 24. Toutes les autres contraventions au présent réglement seront dénoncées et constatées comme en matière de voirie et de police.

Les procès-verbaux contre les contrevenants seront dressés par l'ingénieur des mines ou par le garde-mines, et concurremment par le maire ou par tout autre officier de police judiciaire, selon ce qui est prescrit, tant par l'art. 90 de la loi du 21 avril 1810, que par les art. 11 et 21 du Code d'instruction criminelle.

Art. 25. Seront lesdits procès-verbaux dressés sur papier libre, visés pour timbre, enregistrés en débet et affirmés dans le délai de vingt-quatre heures.

L'affirmation sera reçue, soit par le juge de paix du canton, soit par l'un de ses suppléants, soit enfin par le maire ou par l'adjoint du maire de la commune où la contravention aura été commise, le tout conformément à ce qui est prescrit par l'art. 11 de la loi du 28 floréal an X, sur les justices de paix.

Les procès-verbaux seront transmis en originaux au procureur du roi près le tribunal de police correctionnelle de l'arrondissement, lequel poursuivra d'office les contrevenants, conformément à l'art. 59 de la loi du 21 avril 1810, et requerra contre eux l'application des peines encourues, sans préjudice des dommages-intérêts qui pourront être réclamés par les parties lésées.

Copies de ces procès-verbaux seront transmises au préfet.

TITRE IV.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 26. La présente ordonnance sera insérée au Recueil des actes administratifs du département du Calvados.

Elle sera publiée à la diligence du préfet et par les soins des maires, dans chaque commune où il existe des exploitations de carrières.

Il en sera en outre donné, par les maires, une connaissance spéciale aux propriétaires ou entrepreneurs de ces exploitations.

Des expéditions en seront adressées aux préfets et aux ingénieurs des mines, pour qu'ils en assurent l'exécution chacun en ce qui le concerne.

Art. 27. Notre ministre secrétaire d'état au département des travaux publics, de l'agriculture et du commerce, est chargé de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des Lois.

Ordonnance du 25 février 1838, portant que M. Gérin-Armentier *est autorisé à transformer la taillanderie qu'il possède au* Rivier, *dans la commune d'*Aprieu (Isère), *en une aciérie composée d'un feu de forge pour la fabrication de l'acier de fusion, d'une machine soufflante et d'un martinet.*

Aciérie, dans la commune d'Aprieu.

Ordonnance du 5 *mars* 1838, *portant que* MM. de la Guiche *et* de Chastenay-Lanty, *sont autorisés à établir un patouillet destiné au lavage du minerai de fer, sur la tête d'eau des moulins qu'ils possèdent dans la commune de* Nuits-sur-Armançon, *arrondissement de Tonnerre* (Yonne).

Patouillet, commune de Nuits-sur-Armançon.

Ordonnance du 5 mars 1838, *portant que* M. Cugnotet *est autorisé à conserver et tenir en activité l'usine à fer dont il est propriétaire, sur une dérivation de la rivière de* Vingeanne, *dans la commune de* Licey (Côte-d'Or), *et qui est composée :*

Usine à fer, à Licey.

1° D'un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer;

2° D'un patouillet pour le lavage du minerai;

3° D'un bocard à crasses.

Forge, dans la commune de Chirac.

Ordonnance du 23 mars 1838, portant que M. le Comte DE LABOISSIÈRE *est autorisé à construire une forge destinée à convertir la fonte en fer et en acier, sur la* VIENNE, *au lieu dit* DE L'AGE, *commune de* CHIRAC, *arrondissement de* CONFOLENS (Charente), *ladite usine composée de deux feux d'affinerie et des machines soufflantes et de compression nécessaires.*

Patouillet et trois lavoirs à bras, à Magny-St Médard.

Ordonnance du 30 mars 1838, portant que M. GENRET-PERROTTE *est autorisé à établir un patouillet et trois lavoirs à bras, pour le lavage du minerai de fer, sur un terrain qu'il possède au lieu dit le* CLOS-MOUGIN *et le* PRÉ-MOULIN, *dans la commune de* MAGNY-SAINT-MÉDARD (Côte-d'Or).

Taillanderie, à Saint-Etienne de Crossey.

Ordonnance du 30 mars 1838, portant que M. MARTEL *est autorisé à établir une taillanderie sur une dérivation de la* MORGE, *dans la commune de* SAINT-ÉTIENNE DE CROSSEY (Isère); *ladite usine composée de deux feux de forge alimentés avec des combustibles minéraux, des souffleries, machines de compression et machines à aiguiser nécessaires au roulement de la taillanderie, et des roues motrices de ces diverses machines.*

Bocard, à Suzannecourt.

Ordonnance du 30 mars 1838, portant que M. GUILLAUME *est autorisé à établir un bocard à dix pilons et un patouillet à deux huches, pour la préparation du minerai de fer, sur une dérivation de la rivière de* RONGEANT, *dans sa propriété, commune de* SUZANNECOURT, *arrondissement de* VASSY (Haute-Marne).

Ordonnance du 1er avril 1838, portant que M. Joseph FALATIEU *est autorisé à substituer aux bassins d'épuration prescrits par l'ordonnance du 27 avril 1835, qui maintient un patouillet dont il est propriétaire dans la commune de* BOUHANS (Haute-Saône), *d'autres bassins d'environ 40 ares de superficie totale, sur un mètre de profondeur, lesquels seront établis sur la rive gauche de la* SOUS-FROIDE. Bassins d'épuration, à la suite d'un patouillet établi à Bouhans.

Ordonnance du 1er avril 1838, portant que M. BEURET, fils, *est autorisé à ajouter à l'usine à fer de* SOUGLAND, *qu'il possède sur la rivière du* GLAND, *dans la commune de* SAINT-MICHEL, *arrondissement de* VERVINS (Aisne) : Usine à fer de Sougland.

Un four à réverbère de chaufferie,
Un four à pudler,
Et un martinet.

La consistance de l'usine demeurera, en conséquence, fixée ainsi qu'il suit :

1° Un four à pudler ;
2° Un four à réverbère de chaufferie ;
3° Un foyer de chaufferie à la houille ;
4° Quatre fours à réverbère, dits dormants ;
5° Deux martinets ;
6° Deux laminoirs ;
7° Une fonderie.

Ordonnance du 8 avril 1838, portant que MM. ACCARIER et DUFOURNEL *sont autorisés à établir près du moulin dit* DU BAS, *qu'ils possèdent sur le ruisseau des* ÉCOULOTTES, *dans la commune d'*ARC, *arrondissement de* GRAY (Haute-Saône), *une usine à fer qui sera composée :* Usine à fer, commune d'Arc.

1° D'un haut fourneau pour la fusion du minerai de fer ;
2° D'un patouillet et de six lavoirs à bras pour le lavage du minerai ;
3° D'un bocard à crasses.

Mine de manganèse de Saint-Andrieu.

Ordonnance du 8 avril 1838, portant qu'il est fait concession à MM. Lafajole, Deniort, Calvet, Chauvet, Decujis, Tiffon, Cambriel, Laffont, Miguel et Fages, *de la mine de manganèse, sise au territoire de* Saint-Andrieu, *commune de* Villardebelle (Aude).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Saint-Andrieu*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, par une ligne droite partant du point A, sommet culminant de la montagne de Soulo d'Alquie, et aboutissant à la métairie de l'Abit ;

A l'est, par une ligne droite partant de la métairie de l'Abit, et aboutissant à la fontaine de Ferrière ;

Au sud, par une ligne droite partant de ladite fontaine, et aboutissant à la métairie de Saint-Andrieu ;

A l'ouest, par une ligne droite partant de la métairie Saint-Andrieu, et aboutissant au sommet A, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 24 hectares.

Feu de forge catalane, à Niaux.

Ordonnance du 18 avril 1838, portant que MM. Rousse et Saint-André *sont autorisés à ajouter un deuxième feu de forge avec deux marteaux, à la forge catalane dite* vieille forge, *qu'ils possèdent sur une dérivation de la rivière de* Vicdessos, *dans la commune de* Niaux, *arrondissement de* Foix (Ariége).

Usine à fer, à Savennes.

Ordonnance du 27 avril 1838, portant que M. de Laroche-Fontenilles *est autorisé à établir, au lieu dit* le Moulin du Marmitou, *dans la commune de* Savennes, *arrondissement de* Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme), *une usine qui sera composée :*

De deux feux d'affinerie, au charbon de bois, pour fer et acier;

D'un feu de chaufferie à la houille, et des souffleries et machines de compression nécessaires au roulement de ces trois feux.

Ordonnance du 27 avril 1838, portant qu'il est fait concession à M. Jean Paliopy *et Henry* Ribes *des mines d'antimoine, plomb, cuivre, argent et autres métaux contenus dans les mêmes gîtes existant au* Col de la Bousole, *dans la commune de* Palairac (Aude). Mines de plomb, cuivre, argent et autres métaux de la Bousole

(Extrait.)

Art. 2. cette concession qui prendra le nom de concession *de la Bousole*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, par une ligne droite partant du Sarrat de Pierre Couverte et aboutissant au Sarrat de la Demoiselle;

A l'est, par une ligne droite, allant du Sarrat de la Demoiselle au Sarrat de Pierre Picade;

Au sud, par une ligne brisée, composée de deux lignes droites partant du Sarrat de Pierre Picade, passant au Sarrat de la Jacquette, et aboutissant au rocher de l'Espinassière;

A l'ouest, par une ligne brisée, formée également par deux lignes droites partant du rocher de Pierre Picade, passant au naissant de l'eau de la Canal, et aboutissant au Sarrat de Pierre Couverte, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de trente-sept hectares.

Ordonnance du 10 mai 1838, relative à la concession des mines de houille de Saint-Chamond (Loire). Mines de houille de St-Chamond.

(Extrait.)

Art. 1er. La concession des mines de houille de Saint-Chamond accordée au marquis de Gallet et de Mont-

dragon par l'arrêt du conseil du 10 décembre 1774 est et demeure limitée, au profit de ses hoirs, successeurs ou ayant-cause, conformément au plan joint à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, à partir du point C, déterminé par la rencontre du prolongement de la ligne menée de l'angle nord de Fontvielle à l'angle le plus nord du bâtiment des Brosses, avec le ruisseau de Langonan, une ligne menée de ce point C au point A, extrémité sud des bâtiments de Périeux, puis une autre ligne menée du point A à l'angle le plus au nord du hameau de la Jousserandière, mais arrêtée à son point de rencontre Y avec le ruisseau d'Arc;

A l'est, par le ruisseau d'Arc, limite des communes de Saint-Julien en Jarret et Celhieu, depuis le point Y jusqu'à la limite occidentale de la commune de Saint-Paul en Jarret, point V du plan ; ensuite par ladite limite jusqu'au point Z, déterminé par la rencontre du ruisseau d'Ouzion avec une ligne menée de l'angle sud de la grange Merlin au point E, extrémité nord des bâtiments du hameau de Bouzieu ;

Au sud, par la ligne ci-dessus indiquée, depuis le point Z jusqu'au point E, puis par une autre ligne menée du point E à l'angle le plus au nord des bâtiments du hameau de la Gilière, mais arrêtée à son point de rencontre X, avec la limite des communes d'Izieux et de Saint-Jean Bonnefond ;

A l'ouest, par ladite limite à partir du point X, jusqu'à son point d'intersection G avec la limite des communes d'Izieux et de Sorbier ; ensuite par cette dernière limite jusqu'au ruisseau des Langonan qui sépare les communes de Saint-Julien en Jarret et de Sorbier ; enfin, par le cours de ce ruisseau jusqu'au point C, point de départ ;

Lesdites limites renfermant, dans les communes de Saint-Chamond, de Saint-Julien en Jarret, de Saint-Martin en Coailleux et d Isieux, une étendue superficielle de 35 kilomètres carrés 142 hectares.

Art. 2. Dans le délai de deux mois à dater de la notification de la présente ordonnance, les concessionnaires remettront au préfet de la Loire, deux expéditions du plan de leur concession, conformes au plan ci-annexé.

Ordonnance du 16 *mai* 1838, *portant que la redevance proportionnelle à payer par les propriétaires des mines de houille de* Blanzy (Saône-et-Loire), *pour les années* 1837, 1838 *et* 1839, *est réglée sous forme d'abonnement, à* 4,500 *francs en principal pour chacune desdites années.* Mines de houille de Blanzy.

Ordonnance du 17 *mai* 1838, *portant qu'il est fait concession à* MM. Joseph Reboul *et* Antoine-Hercule Reboul, *de mines d'antimoine, dans la commune de* Peyremalle (Gard). Mines d'antimoine de Fraissinet.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Fraissinet*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au sud-est, par une ligne droite tirée de la maison dite la Meynière, près Bordesac, au confluent des ruisseaux de Rieubert et de Pratpeillard ;

Au nord-est, à partir de ce confluent, en suivant les limites communes aux départements de l'Ardèche et du Gard, laquelle ligne forme aussi la limite sud-ouest de la concession de Malbosc, jusqu'au rocher de la Bouillère ;

A l'ouest, par une ligne droite tirée de ce point à la maison Coste, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 160 hectares.

Ordonnance du 31 *mai* 1838, *portant que* MM. Huot *et* Cousturier *sont autorisés à établir un second haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer, près de celui qu'ils possèdent sur la rivière d'*Ouche, *dans la commune de* Fauverney (Côte-d'Or). Haut-fourneau à Fauverney.

Ordonnance du 7 *juin* 1838, *portant que la renonciation de* MM. Bonnel, *jeune, et* Carol, *à la concession des mines de fer de la* Caune des Mines de fer de la Caune des Causses.

Causses, *situées dans les communes de* Davejan *et de* Palayrac (Aude), *qui leur a été accordée par ordonnance du 3 juin* 1831, *est acceptée, sauf toute réserve des droits des tiers.*

(Extrait.)

Art. 2. MM. Bonnel et Carol sont et demeurent affranchis, à compter de ce jour, du payement des redevances fixe et proportionnelle établies sur les mines par la loi du 21 avril 1810.

Mines de manganèse de Villerembert.

Ordonnance du 12 *juin* 1838, *portant qu'il est fait concession à* MM. François Calvet *père*, Hypolite Calvet *fils*, Jean-Pierre-Joseph Grimes *père*, Pierre-Martin-Joseph Grimes *fils*, *et à* M. Léon-Adolphe-Joseph, quatrième de Balby-Vernon, *agissant comme il est déclaré dans l'acte de société du* 6 *avril* 1834, *de mines de manganèse, dans la commune de* Caunes (Aude).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Villerembert*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, par trois lignes droites passant à la métairie de Combes, au rocher d'Ourdibieille et au château de Villerembert ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de un kilomètre carré, vingt-deux hectares.

Mine de lignite d'Auzon.

Ordonnance du 12 *juin* 1838, *portant qu'il est fait concession à* MM. Jean-Hilarion Dugas, François-Xavier André, et Louis-Dominique-Bruno Mathon, *d'une mine de lignite, dans la commune d'*Allègre (Gard).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession d'Auzon*, est limitée, conformément au plan

annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Par une ligne droite tirée de la remise de Rovergas au Mas-Christol, et prolongée jusqu'à son intersection avec le ruisseau d'Alauze; de ce point, par le ruisseau d'Alauze, descendu jusqu'à son intersection avec le chemin d'Arlende; de ce point, par ledit chemin, jusqu'à son intersection avec la rivière d'Auzonnet; de ce point, par la rivière d'Auzonnet, remontée jusqu'à son intersection avec le chemin d'Auzon aux Fumades; enfin, de ce point, par ledit chemin, jusqu'à la remise de Rovergas, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 1 kilomètre, 9 hectares.

Ordonnance du 12 *juin* 1838, *portant qu'il est fait concession à* M. Michel-Aristide Pellenc, *de mines de lignite, dans la commune de* Céreste, *arrondissement de* Forcalquier (Basses-Alpes).

Mines de lignite de la Triade.

(Extrait.)

***Art.* 2.** Cette concession, qui prendra le nom de *concession de la Triade,* est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, par une ligne droite partant de l'angle est de la maison de campagne dite la Bouisse, et aboutissant à l'angle sud-ouest d'une autre maison désignée sous le nom de Caudon ;

A l'est, par une ligne droite menée de l'angle sud-ouest de la maison Caudon, passant par l'angle sud-ouest de la Bastide du Bois, et aboutissant à l'angle sud-ouest de la maison Barbely;

Au sud, par une ligne droite partant du sommet de cet angle, et aboutissant à l'angle sud-ouest de la Bastide de Grivet;

A l'ouest, par une ligne droite partant de l'angle sud-ouest de la Bastide de Grivet, et aboutissant à l'angle est de la maison la Bouisse, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 1 kilomètre carré, 66 hectares.

Usine à fer, à Montboyer.

Ordonnance du 12 juin 1838, portant que M. Paulet *est autorisé à établir, au moulin* Chateau-Jollet, *sur la* Tude, *dans la commune de* Montboyer, *arrondissement de* Barbezieux (Charente), *une usine à fer, qui sera composée :*

D'un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer ;
De deux feux d'affinerie ;
Et des machines soufflantes, machines de compression, bocards à crasses et lavoirs à relaver le minerai, nécessaires à ladite usine.

Mines d'anthracite de Freney.

Ordonnance du 12 juin 1838, portant qu'il est fait concession à MM. Jean-Baptiste Didier, Joseph Rey *et* André Fleur, *de mines d'anthracite existant dans la commune de* Freney (Isère).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Freney*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

A l'est, à partir de l'angle sud de la grange Baucert, par une ligne droite aboutissant au premier coude bien saillant du chemin du Puy à Huez, point A du plan ;

Au nord, à partir de ce coude, par le chemin du Puy à Huez, jusqu'à l'intersection du chemin avec la ligne séparative des territoires de Huez et de Freney ;

A l'ouest, par ladite ligne jusqu'au ruisseau de Sezennes, par ce ruisseau jusqu'à la planche du Gua ; de là par le chemin du Gua au Puy jusqu'au sommet du col, à l'embranchement d'un chemin conduisant à Auris, point marqué B sur le plan ;

Au sud, à partir de ce point B, par une ligne droite aboutissant à l'angle de la grange Baucert, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue d'un kilomètre carré, vingt hectares.

Ordonnance du 12 *juin* 1838, *portant que* M. Biot *est autorisé à établir un lavoir à cheval pour le lavage du minerai de fer, en remplacement de quatre lavoirs à bras, sur un terrain qu'il possède au lieu dit* Plantenet, *dans la commune de* Beaumont-sur-Vingeanne, *arrondissement de* Dijon (Côte-d'Or).

Lavoir à cheval, à Beaumont-sur-Vingeanne.

Ordonnance du 20 *juin* 1838, *portant que* M. Jean-Léon Demimuid *est autorisé à convertir en une usine composée de deux hauts-fourneaux pour la fusion du minerai de fer, le moulin qu'il possède sur le ruisseau de* Mazeau, *dans la commune de* Chavigny, *arrondissement de* Nancy (Meurthe).

Usine à fer, à Chavigny.

Ordonnance du 20 *juin* 1838, *portant que* M. Jean-Léon Demimuid *est autorisé à établir un bocard à laver le minerai de fer avec deux patouillets et deux lavoirs, sur une dérivation du ruisseau de* Mazeau, *dans la commune de* Neuves-Maisons, *arrondissement de* Nancy (Meurthe).

Bocard, patouillets et lavoirs, Neuves-Maisons.

Ordonnance du 20 *juin* 1838, *portant que* M. d'Hôte (Jacques-Antoine) *est autorisé à établir dans un terrain attenant à un moulin qui lui appartient sur une dérivation prise à la source de* Ponthiébaud, *commune de la* Cluse, *arrondissement de* Pontarlier (Doubs), *une usine composée d'un feu de forge, d'une machine soufflante et d'une machine de compression.*

Usine à fer, commune de la Cluse.

Ordonnance du 20 *juin* 1838, *relative à la concession houillère de* Kergogne (Finistère).

Concession houillère de Kergogne.

(Extrait.)

Art. 1er. Les limites et la contenance superficielle de la

concession de Kergogne, commune de Kerfeunteun et de Plogonnec, arrondissement de Quimper (Finistère), instituée par notre ordonnance du 14 septembre 1835, demeurent fixées ainsi qu'il suit, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, savoir :

A l'est, par une suite de lignes droites partant de l'angle nord-est du manoir de Kergardou, passant par l'angle sud de Kervigou, à l'angle ouest de Turmarch, l'angle sud de Kergadona, l'angle nord de Penvern et aboutissant à l'angle ouest de Kergariou;

Au sud, par une ligne menée de l'angle ouest de Kergariou à la croix de Kervescar;

A l'ouest, par une suite de lignes droites partant de la croix de Kervescar, passant par l'angle sud-est de Kervescar, par l'angle sud-est de Bolhat et aboutissant à l'angle ouest de Kerzu;

Au nord, par une suite de lignes droites partant de l'angle ouest de Kerzu, passant par le clocher de la chapelle de Notre-Dame-de-Lorette, l'angle nord de Pontusqué, l'angle nord de Treunat et aboutissant à l'angle nord-est du manoir de Kergadou;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de cinq kilomètres carrés, douze hectares.

Tréfilerie, à Pothières

Ordonnance du 20 *juin* 1838, *portant que* M. GATTEFOSSÉ *est autorisé à établir une tréfilerie pour la fabrication du fil de fer, composée de* 16 *bobines et d'un four à* 4 *chaudières pour recuire le fil de fer, en remplacement du foulon et de l'huilerie dépendant du moulin qu'il possède sur la Seine, dans la commune de* POTHIÈRES, *arrondissement de Châtillon* (Côte-d'Or).

PERSONNEL.

Par arrêté de M. le ministre des travaux publics, de l'agriculture et du commerce, du 12 *mars* 1838, — M. Drouot, ingénieur ordinaire de deuxième classe au corps royal des mines, a été élevé à la première classe de son grade.

Par arrêté du ministre, du 12 *mai* 1838, — M. Coste, ingénieur ordinaire de deuxième classe au corps royal des mines, a été élevé à la première classe de son grade.

Par arrêté du ministre, du 4 *juin* 1838 : — 1° le département de Maine-et-Loire est distrait de la division minéralogique du Nord-ouest et réuni à la division de l'Ouest; — 2° les départements de la Corrèze et de la Dordogne sont distraits de la division de l'Ouest et réunis à la division du Sud-ouest, arrondissement de Périgueux; M. Marrot est chargé de remplir les fonctions d'ingénieur en chef de l'arrondissement de Périgueux, en continuant en même temps de faire le service ordinaire des départements de la Corrèze et de la Dordogne; — 3° le département de l'Allier est réuni au service de M. Boulanger, ingénieur du sous-arrondissement de Nevers, et la résidence de cet ingénieur est transférée à Moulins; — 4° le département du Cantal est réuni à la division du Centre, pour faire partie du sous-arrondissement de Clermont, dont le service est confié à M. Baudin; — 5° le département de l'Yonne est séparé de la division du Centre et réuni à la division du Nord-est; — 6° M. Sagey, ingénieur ordinaire du sous-arrondissement de Tours, est chargé du service du sous-arrondissement de Bordeaux, sous les ordres de M. Marrot, faisant fonctions d'ingénieur en chef de l'arrondissement de Périgueux; M. Pigeon, élève ingénieur des mines, est désigné pour remplacer M. Sagey dans le service du sous-arrondissement de Tours.

Par arrêté du ministre du 23 *juin* 1838, — celui du 4 juin est rapporté dans la disposition qui appelait M. Sa-

gey à Bordeaux. Cet ingénieur conserve le service du sous-arrondissement de Tours ; et M. Pigeon, élève ingénieur, remplace M. Drouot dans le sous-arrondissement de Bordeaux.

Par décision de M. le directeur général des ponts-et-chaussées et des mines, du 7 février 1838, — M. Drouot, ingénieur ordinaire au corps royal des mines, est placé dans la réserve.

ÉTAT GÉNÉRAL

DU

PERSONNEL DES MINES,

Au 1er juillet 1838.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS, DE L'AGRICULTURE ET DU COMMERCE.

M. MARTIN (du Nord) (C ✠), ministre secrétaire d'état, rue de Varennes, nº 26.

DIRECTION GÉNÉRALE DES PONTS-ET-CHAUSSÉES ET DES MINES.

M. LEGRAND (C ✠), conseiller d'état, membre de la chambre des députés, directeur-général des ponts-et-chaussées et des mines, rue des Saints-Pères, no 24.

CONSEIL GÉNÉRAL DES MINES.

Le conseil est présidé par le ministre, et en son absence, par le directeur général. MM. les inspecteurs généraux presents au conseil, y prennent rang entre eux dans l'ordre d'ancienneté de nomination.

Inspecteurs généraux de première classe.

MM.
Cordier (C ✠), conseiller d'état, chargé de présider le conseil en l'absence du ministre et du directeur général, rue de Seine-Saint-Victor, nº 25, au Jardin du Roi.
Brochant de Villiers (O ✠), rue Saint-Dominique-Saint-Germain, nº 71.
De Bonnard (O ✠), quai Malaquais, nº 19.

Inspecteurs généraux de deuxième classe.

MM.
Héricart de Thury (O ✠), conseiller d'état, rue de l'Université, nº 29.
Migneron (O ✠), rue de Grenelle-Saint-Germain, nº 117.
Berthier (O ✠), rue de Crébillon, nº 2.

Inspecteurs généraux adjoints.

MM.
Lefroy (O ✠), rue Notre-Dame-des-Champs, nº 21 bis.
Voltz (O ✠), rue Vavin, nº 4.

M. Garnier ✠, ing. en chef de 1re cl., secrétaire du conseil, rue des Saints-Pères, nº 75.

COMMISSION DES MACHINES A VAPEUR.

MM.
Le baron de Prony (C ✻), pair de France, inspecteur général des ponts-et-chaussées.
Cordier (C ✻), inspecteur général des mines.
De Bonnard (O ✻), inspecteur général des mines, rapporteur de la commission.
Mallet (O ✻), inspecteur divisionnaire des ponts-et-chaussées.
Kermaingant (O ✻), inspecteur divisionnaire des p.-et-ch.
Trémery ✻, ingénieur en chef des mines, rapporteur-adjoint.
Garnier (O ✻), ingénieur en chef des mines.
Coriolis ✻, ingénieur en chef des ponts-et-chaussées.
Lamé ✻, ingénieur en chef des mines.
Combes ✻, ingénieur en chef des mines.

COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

MM.
Cordier (C ✻), inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences.
Brochant de Villiers (O ✻), inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences, professeur honoraire de minéralogie et de géologie.
De Bonnard (O ✻), inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences.
Héricart de Thury (O ✻), inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences.
Migneron (O ✻), inspecteur général des mines.
Berthier (O ✻), inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences, professeur de chimie.
Lefroy (O ✻), inspecteur général adjoint des mines.
Voltz (O ✻), inspecteur général adjoint des mines.
Guenyveau ✻, ingénieur en chef des mines, professeur de métallurgie.
Garnier ✻, ing. en chef, secrétaire du conseil général des mines.
Dufrénoy ✻, ingénieur en chef des mines, professeur de minéralogie, inspecteur des études de l'École des mines.
Élie de Beaumont ✻, ingénieur en chef des mines, professeur de géologie.
Combes ✻, ingénieur en chef des mines, professeur d'exploitation des mines.
De Cheppe ✻, chef de la division des mines.
Le Play ✻, ingénieur des mines, secrétaire de la commission.
De Boureuille ✻, ingénieur des mines, secrétaire-adjoint de la commission.

M. Le Play est spécialement chargé de la traduction des mémoires étrangers.

COMMISSION DE STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE.

MM.
Migneron (O ✻), inspecteur général des mines.
Garnier ✻, ingénieur en chef, secrétaire du conseil général des mines.
De Cheppe ✻, chef de la division des mines.
Chevalier (Michel) ✻, ingénieur des mines.
Le Play ✻, ingénieur des mines, secrétaire de la commission

SERVICE ORDINAIRE.

[Chefs-lieux] des arrondissements, et résidences des ingénieurs en chef.	INGÉNIEURS EN CHEF.	DÉPARTEMENTS composant les arrondissements et les sous-arrondissemts.	CHEFS-LIEUX des sous-arrondissements et résidences des ingénieurs ordinaires.	INGÉNIEURS ORDINAIRES.
DIVISION DU NORD-OUEST. — (M. Lefroy, *inspecteur général adjoint.*)				
	MM.			MM.
[Ca]en.	Hérault.	Calvados. Manche. Orne.	Caen.	Service fait par l'ing. en chef.
		Mayenne. Sarthe.	Le Mans.	Blavier.
[N]antes.	Cheron.	Côtes-du-Nord. Finistère. Morbihan. Ille-et-Vilaine. Loire-Inférieure.	Nantes.	Lorieux.
DIVISION DU NORD. — (M. Héricart de Thury, *inspecteur général.*)				
[Ro]uen.	Herault, d. n.	Seine-Inférieure. Eure. Eure-et-Loir.	Rouen.	De Saint-Léger.
[P]aris.	Trémery.	Seine (1).	»	Service fait par M. Poirier St. Brice sous les ordres de M. Tremery.
[P]aris.	Poirier Saint-Brice.	Seine-et-Oise.		
[P]aris.	Allou.	Seine-et-Marne.	»	Service fait par l'ing. en cehf.
[A]miens.	Cocquerel.	Nord.	Valenciennes.	Foy.
		Pas-de-Calais.	Arras.	Dusouich.
		Somme.	Amiens.	Service fait par l'ing. en chef.
		Aisne. Oise.	Beauvais.	Bineau.
DIVISION DU NORD-EST. — (M. Voltz, *inspecteur général adjoint.*)				
[T]royes.	Gabé.	Ardennes. Meuse.	Mézières.	Sauvage.
		Marne. Aube. Yonne.	Troyes.	Service fait par l'ing. en chef.
[D]ieuze.	Levallois.	Meurthe. Moselle.	Metz.	Reverchon.
[S]trasbourg.	»	Bas-Rhin.	Strasbourg.	De Billy.
		Vosges. Haut-Rhin.	Strasbourg.	De Billy.
DIVISION DE L'OUEST. — (M. Berthier, *inspecteur général.*)				
Gueret.	Furgaud.	Vienne. Creuse. Haute-Vienne. Charente. Charente-Inférieure.	Guéret.	Service fait par l'ing. en chef.
		Indre-et-Loire. Loir-et-Cher. Indre.	Tours.	Sagey.
Nantes.	Cheron, d.n.	Vendée. Deux-Sèvres. Maine-et-Loire.	Angers.	De Montmarin.

(1) Le service des carrières est confié à MM. Trémery, Allou et Saint-Brice.

Chefs-lieux des arrondissements, et résidences des ingénieurs en chef.	Ingénieurs en chef.	Départements composant les arrondissements et les sous-arrondissements.	Chefs-lieux des sous-arrondissements et résidences des ingénieurs ordinaires.	Ingénieurs ordinaires.
DIVISION DU CENTRE. — (M. Migneron, *inspecteur général.*)				
	MM.			MM.
St.-Étienne.	Delsériès.	Loire (Moins Rive-de-Gier).	Saint-Étienne.	Mœvus.
		Loire. — Territoire houiller de Rive-de-Gier, y compris la concession de Saint-Chamond. Rhône.	Rive-de-Gier.	Chatelus.
Clermont.	Burdin.	Cantal. Puy-de-Dôme. Haute-Loire.	Clermont.	Baudin.
		Cher. Nièvre. Allier.	Moulins.	Boulanger
Paris.	Allou, d. n.	Loiret.	Paris.	Service fait par l'ing. en chef
DIVISION DE L'EST. — (M. Brochant de Villiers, *inspecteur général.*)				
Vesoul.	Thirria.	Haute-Saône.	Vesoul.	Ebelmen.
		Haute-Marne.	Chaumont.	Duhamel.
		Côte-d'Or.	Dijon.	Payen.
Mâcon.	Manès, f. f. d'ing. en ch.	Saône-et-Loire. Ain.		Service fait par M. Manès.
Besançon.	Parrot, f. f. d'ing. en ch.	Doubs. Jura.	Besançon.	Service fait par M. Parrot.
DIVISION DU SUD-OUEST. — (M. Cordier, *inspecteur général.*)				
Périgueux.	Marrot, f. f. d'ing. en ch.	Dordogne. Corrèze.	Périgueux.	Service fait par M. Marrot.
		Lot. Aveyron.	Villefranche.	Senez.
		Gironde. Lot-et-Garonne	Bordeaux.	Pigeon.
Toulouse.	D'Aubuisson.	Tarn-et-Garonne. Tarn. Haute-Garonne.	Toulouse.	de Boucheporn.
		Ariége.	Vicdessos.	François.
		Landes. Basses-Pyrénées. Gers. Hautes-Pyrénées.	Mont-de-Marsan.	Lefebvre.
DIVISION DU SUD-EST. — (M. de Bonnard, *inspecteur général.*)				
Grenoble.	Gueymard.	Isère. Hautes-Alpes.	Grenoble.	Gras.
		Drôme. Vaucluse. Basses-Alpes.	Marseille.	Diday.
		Bouches-du-Rhône. Var.	Marseille.	De Villeneuve.
Alais.	Thibaud.	Ardèche. Lozère. Gard.	Alais.	Varin (1).
		Hérault Corse.	Montpellier.	Garella.
		Aude. Pyrénées-Orientales.	Carcassonne.	Vène.

(1) M. Varin, demeurant en même temps chargé du service du laboratoire d'Alais, continue résider dans cette ville.

SERVICE EXTRAORDINAIRE.

Résidences.	Noms.	Grades.
	Cabinet du directeur général, et personnel des mines.	
	MM.	
Paris.	De Boureuille ⁂,	ing. ord., 2 cl., d. n.
	Carrières de Paris.	
Paris.	Trémery ⁂,	ing. ench. 1 cl., (insp. gén.).
Paris.	Allou ⁂,	ing. en chef, 1 cl. (insp. part.).
Paris.	Poirier St.-Brice,	ing. en chef, 2 cl. (insp. part.).
	Manufacture royale des porcelaines de Sèvres.	
Sèvres.	Brongniart (O⁂),	ing. en ch., 1 cl. (administrateur).
	Ecole Polytechnique.	
Paris.	Lamé ⁂,	ing. en chef, 2 cl. (professeur).
Paris.	Regnault,	ing. ord. 2 cl. (répétiteur).
	Salines et mines de sel de l'Est.	
Dieuze.	Levallois,	ing. en chef, 2 cl. (directeur).
	Aveyron.	
	Topographie du bassin houiller d'Aubin.	
Villefranche.	Senez,	ing. ord., 2 cl
	Etablissement de Decazeville.	
Decazeville.	Declerck,	élève.
	Saône-et-Loire.	
	Étude des terrains composant le bassin houiller d'Autun.	
Mâcon.	Manès,	ing. ord., 1 cl.
	Creuse.	
	Étude des terrains houillers des environs d'Ahun (bassin de la Creuse), et des environs de Bourganeuf (bassin du Thorion).	
Guéret.	Furgaud ⁂,	ing. en chef, 1 cl.
	Mines de Poullaouen et de Huelgoat (Finistère).	
Poullaouen.	Juncker ⁂,	ing. en chef, 2 cl. (directeur)

Ingénieurs chargés des cartes géologiques.

Carte géologique générale de la France.

M. Brochant de Villiers, inspecteur général, d. n., directeur.

M. Dufrénoy, ingénieur en chef, d. n., chargé de la partie occidentale.

M. Élie de Beaumont, ingénieur en chef, d. n., chargé de la partie orientale.

Cartes géologiques départementales.

Départements.	Ingénieurs.	Départements.	Ingénieurs.
	MM.		MM.
Allier.	Boulanger.	Loiret.	Allou.
Ardèche.	Varin.	Lot.	Senez.
Ardennes.	Sauvage.	Maine-et-Loire.	De Montmarin.
Ariége.	François.	Marne (Haute-).	Duhamel.
Aube.	De Senarmont.	Meurthe.	Levallois.
Aude.	Vène.	Morbihan.	Lefebure de Fourcy.
Aveyron.	Senez.	Moselle.	Reverchon.
Bouches-du-Rhône.	De Villeneuve.	Orne.	Blavier.
Cantal.	Baudin.	Pas-de-Calais.	Dusouich.
Charente.	Marrot.	Puy-de-Dôme.	Martha.
Correze.	De Boucheporn.	Pyrénées (Hautes-).	Vène.
Côte-d'Or.	Payen.	Rhin (Bas-).	Voltz.
Côtes-du-Nord.	Lefébure de Fourcy.	Seine-et-Marne.	De Senarmont.
Dordogne.	Marrot.	Seine-et-Oise.	De Senarmont.
Doubs.	Parrot.	Seine-Inférieure.	De Saint-Léger.
Garonne (Haute-).	François.	Sevres (Deux-).	De Montmarin.
Gironde.	Drouot.	Tarn.	De Boucheporn.
Ille-et-Vilaine.	Lorieux.	Var.	De Villeneuve.
Indre.	Sagey.	Vosges.	De Billy.
Loire.	Gruner.	Yonne.	Payen.
Loire-Inférieure.	Lorieux.		

Ingénieurs en service hors de France.

M. Dissande-Monlevade, aspirant. (Brésil.)

INGÉNIEURS EN RÉSERVE OU EN CONGÉ.

MM.	
Puvis.	ing. en ch., 2 cl.
Moisson Desroches.	ing. en ch., 2 cl.
Leboullenger.	ing. ord., 1 cl.
Drouot.	ing. ord., 1 cl.
Fournel.	ing. ord, 2 cl.
Delaplanche.	ing. ord., 2 cl.
Boudousquié.	ing. ord., 2 cl.
Lambert (C.-J.).	ing. ord., 2 cl.
Reynaud.	ing. ord., 2 cl.
Coste.	ing. ord., 2 cl.
Transon.	ing. ord., 2 cl.
De Lamotte.	ing. ord., 2 cl.
Harlé.	ing. ord., 2 cl.
De Hennezel.	ing. ord., 2 cl.
Lambert (C.-J.-E).	élève.

ÉCOLE DES MINES,
Rue d'Enfer, n° 34, hôtel Vendôme.

MM. *Professeurs.*

Brochant de Villiers (O ✠), insp. gén., déjà nommé, prof. hon. (Minéralogie et Géologie).
Dufrénoy ✠, ing. en chef, 2 cl., d. n. (Minéralogie).
Élie de Beaumont ✠, ing. en chef, 2 cl, d. n. (Géologie).
Berthier (O ✠), inspecteur général, d. n. (Docimasie), chef du laboratoire
Combes ✠, ing en chef, 2 cl., d n. (Exploitation).
Guenyveau ✠, ing. en chef, 1 cl. d. n. (Minéralurgie).
Girard ✠, profess. de dessin et de géométrie descript. appliquée.
Dufrénoy ✠, d. n., insp. des études et secrétaire du conseil de l'école.
Regnault, ing. ord., 2 cl., d. n. professeur adjoint de Docimasie.

Collections.

Dufrénoy ✠, d. n., conservateur.
Lecocq, ingénieur ordinaire 2 cl., adjoint à l'ingénieur en chef, insp. des études, pour la garde et la conservation des collections.
Adelmann, gardien des collections.
Chevet, aide du laboratoire.
Blanc, médecin.
Lacroix, médecin-chirurgien.
Pontois, expéditionnaire.
De Galard, *idem.*

Elèves des mines.

MM. 1re classe.
Bertrand de Boucheporn.
Daubrée.
Pigeon.
Sentis.
Comte.
Couche.
Callon.
Lechatellier
Guillebot.
MM.
Delaunay.
Boyé.

2e classe.
Durocher.
Galissard de Marignac.
Cacarrié.
Piérard.
Vatinelle.

ÉCOLE DES MINEURS DE SAINT-ÉTIENNE (*Loire*).

MM.
Roussel-Galle ✠, ing. en chef, 1 cl. (directeur).

Professeurs.

Fénéon, ing. ord., 1 cl. (Minéralogie et géologie).
Gervoy ✠, ing. ord, 2 cl. (Prép. mécan., mécan. et machines).
N. . . . (Exploitation et constructions).
Gruner, ing. ord., 2 cl. (Chimie et métallurgie).
Locard, répétiteur de chimie, préparateur (Arithmétique et comptabilité).
Ferrand, répétiteur surveillant des études (Géométrie, levée de plans et dessin).

TABLEAU, PAR ANCIENNETÉ DANS CHAQUE GRADE ET DANS CHAQUE CLASSE, DES INGÉNIEURS EN ACTIVITÉ.

Inspecteurs généraux de 1re classe.

27 avril 1832.

MM.
Cordier.

16 mai 1834.

Brochant de Villiers.

14 septembre 1835.

De Bonnard.

Inspecteurs généraux de 2e classe.

16 mai 1834.

MM. Héricart-Ferrand de Thury. | MM. Migneron.

22 décembre 1836.

Berthier

Inspecteurs généraux adjoints.

22 décembre 1836.

Lefroy. | Voltz.

Ingénieurs en chef de 1re classe.

2 août 1828.

D'Aubuisson de Voisins. | Brongniart.

1er mai 1832.

Trémery. | Hérault.

1er novembre 1833.

Guenyveau.
Furgaud.
| Garnier.

26 décembre 1836.

Cocquerel.
Gueymard.
Allou.
| Chéron.
Roussel-Galle.
Delsériès.

Ingénieurs en chef de 2e classe.

30 janvier 1828.

Puvis.

27 avril 1832.

Moisson-Desroches.

1er novembre 1833.

Dufrénoy.
Levallois.
| Elie de Beaumont.

16 juin 1834.

Burdin.

23 novembre 1835.

Juncker.

22 décembre 1836.

Gabé.
Poirier Saint Brice
Lefebvre.
Thibaud.
| Lamé.
Thirria.
Combes.

21 septembre 1837.

Clapeyron.

Ingénieurs ordinaires de 1re classe.

5 juin 1824.

Leboullenger.

27 avril 1832.

Parrot.
Manès.

1er novembre 1833.

MM.
Marrot.
Lorieux.

MM.
Blavier.
Fénéon.

26 décembre 1836.

Fournel.
Guillot-Duhamel.
De Saint-Léger.
De Billy.
Payen.

De Villeneuve.
Varin.
Vène
Bineau.
Le Play.

24 avril 1837.

Chevalier.

12 mars 1838.

Drouot.

12 mai 1838.

Coste.

Ingénieurs ordinaires de 2e classe.

2 juillet 1828.

Sagey.
Delaplanche.

6 mai 1829.

Boudousquié.
Lambert (Charles-Joseph).

4 juillet 1830.

Reynaud.
Transon.

25 octobre 1831.

Gras.
Gervoy.

1er janvier 1833.

Reverchon.
Garella.

1er novembre 1833.

De Hennezel.
Vergnette de Lamotte.
de Boureuille.
Baudin.

14 septembre 1835.

De Senarmont.
Gruner.
Harlé.
Foy.
Senez.

29 juin 1836.

Boulanger.
Martha.
de Montmarin.
Lecocq.
François.

9 janvier 1837

Lefébure de Fourcy.
Dusouich.
Diday.

5 septembre 1837.

Mœvus.

9 octobre 1837.

Regnault.

5 mars 1838.

Chatelus.

Aspirants-Ingénieurs.

1er avril 1817.

Dissande-Monlevade.

1er juillet 1837.

Ebelmen.
Declerck.
Sauvage.

Liste générale et alphabétique des ingénieurs des mines.

A

MM

Allou ✻, ing. en chef, carrières de Paris et arr. de Paris.

Aubuisson (d') (O ✻), ing. en ch. dir. arr. de Toulouse.

B

Baudin, O., arr. de Clermont.

Beaumont (Élie de) ✻, ing. en chef. École des mines.

Berthier (O ✻), insp. gén. (inspection de l'ouest) et École des mines.

Bertrand de Boucheporn, élève, arr. de Toulouse

Billy (de), O., arr. de Strasbourg.

Bineau, O., arrond. d'Amiens.

Blavier (Edouard), O. arr. de Caen

Bonnard (de) (O ✻), inspect. gén. (inspection du sud-est).

Boudousquié ✻, O. congé.

Boulanger, O., arr. de Clermont.

Boureuille (de), ✻, O., cabinet du directeur général et commission des Annales des mines.

Boyé, élève.

Brochant de Villiers (O ✻), insp. gén. (inspection de l'est) et École des mines.

Brongniart (O ✻), ing. en ch. Manuf. de Sèvres. S. ex.

Burdin ✻, ing. en chef, arr. de Clermont.

C

Callon, élève.

Chatelus, O., arr. de St-Étienne

Chéron ✻, ing. en ch., arr. de Nantes.

Chevalier (Michel) ✻, O., commission de statistique de l'industrie minérale.

Clapeyron. ✻, ing. en chef, arr. d'Amiens.

Cocquerel ✻, ing. en chef, arr. d'Amiens.

Combes ✻, ing. en chef, École des mines.

Comte, élève.

Cordier (C ✻), insp. gén. (inspection du sud-ouest).

Coste ✻, O. congé.

Couche, élève.

D

MM

Daubrée, élève.

Declerck, asp., Aveyron, service particulier.

Delamotte, O., congé

Delaplanche, O., en pays étranger.

Delaunay, élève.

Delsériés ✻, ing. en chef, arr. de St.-Etienne.

Diday, O., arr. de Grenoble.

Dissande-Monlevade, asp. (Brésil).

Drouot, O., réserve.

Dufrénoy, ✻, ing. en chef, École des mines.

Duhamel, O., arr. de Vesoul.

Dusouich, O., arr. d'Amiens.

E

Ebelmen, asp., arr. de Vesoul

Elie de Beaumont (Voir Beaumont).

F

Fénéon, ✻ O., École des mineurs de Saint-Etienne.

Fourcy (Lefebure de), O., cartes géologiques.

Fournel ✻, O., congé.

Foy, O., arr. d'Amiens.

François, O., arr. de Toulouse.

Furgaud ✻, ing. en ch., arr. de Guéret.

G

Gabé, ing. en chef, arr. de Troyes

Garella (Félix), O., arr. d'Alais.

Garnier ✻, ing. en ch. secrétaire du conseil gén. des mines.

Gervoy ✻, O, Ecole des mineurs de Saint-Etienne.

Gras, O., arr. de Grenoble.

Gruner, O., École des mineurs de Saint-Étienne.

Guenyveau ✻, ing en ch. Ecole des mines.

Gueymard ✻, ing. en chef, arr. de Grenoble.

Guillebot, élève.

H

Harlé, O., congé.

Hennezel (de), O., réserve.

Hérault ✻, ing. en c., arr. de Caen

Héricart de Thury, (O ✻), insp. gén. (inspection du nord)

J

MM

Juncker ✠, ing. en ch., serv. part. Mines de Poullaouen (Finistère).

L

Lambert (Ch. Jos. Emile), élève.
Lambert (Ch.-Jos.), O. Réserve.
Lamé ✠, ing. en chef. Ecole polytechnique.
Leboullenger, O. Réserve.
Lechatelier, élève.
Lecocq, O., Ecole des mines.
Lefebvre ✠, ing. en ch., arr. de Toulouse.
Lefroy (O✠), insp. gén. adj. (inspection du nord ouest).
Leplay, ✠, O., commission des Annales des mines, et commission de statistique de l'industrie minérale.
Levallois, ing. en chef, arr. de Dieuze et S. ex.
Lorieux, O., arr. de Nantes.

M

Manès, O., arr. de Mâcon.
Montmarin (Marin de), O., arr. de Nantes.
Marrot, ✠, O., arr. de Périgueux.
Martha, O., carte géologique du Puy-de-Dôme.
Migneron (O ✠), insp. gén. (inspection du centre).
Mœvus, O., arr. de Saint-Etienne.
Moisson-Desroches, ing. en ch. Rés.

P

Parrot, O., arr. de Mâcon.
Payen, ✠. O., arr. de Vesoul.
Pigeon, élève.

MM.

Poirier Saint-Brice, ing. en chef. Carrières de Paris et arr. de Paris.
Puvis, ing. en ch., réserve.

R

Regnault, O., Ecole polytechnique et Ecole des mines.
Reverchon, O., arr. de Dieuze.
Reynaud, O. Congé.
Roussel Galle ✠, ing. en ch., École des mineurs de Saint-Etienne.

S

Sagey, O., arr. de Guéret.
Saint-Léger (de), O., arr. de Caen.
Sauvage, asp., arr. de Troyes.
Sénarmont (Hureau de), O., cartes géologiques (Seine-et-Marne, Seine-et-Oise et Aube).
Senez, O., arr. de Périgueux et S. ex. (Aveyron).
Sentis, élève.

T

Thibaud ✠, ing. en chef, arr. d'Alais.
Thirria ✠, ing. en chef, arr. de Vesoul.
Transon, O. Réserve.
Trémery ✠, ing. en ch., carrières de Paris et arr. de Paris.

V

Varin, O., arr. d'Alais.
Vène, O., arr. d'Alais.
Villeneuve (de) ✠, O., arr. de Grenoble.
Voltz (O ✠), insp. gén. adj (inspection du nord est).

Ingénieurs en retraite.

Baillet ✠, insp. gén. hon.
Champeaux (de) ✠, ing. en ch.
Cressac (baron de) ✠, ing. en ch.
Duhamel ✠, insp. gén.
Mathieu, ing. en ch.
Rozière (de) ✠, insp. div. hon.
Villefosse (baron Héron de), (O ✠), insp. gén.

Veuves d'ingénieurs.

Noms des veuves.	Noms et grades de leurs maris.		Résidences.	Départements.
Pléjot.	Clère.	ing. en ch.	Douai.	Nord.
Vintras.	Collet-Descotils.	ing. en ch	Paris.	Seine.
Larges.	De Gallois.	ing. en ch.	Saint-Étienne.	Loire.
Tereux.	Hassenfratz.	insp. div.	Paris.	Seine.
Muguet.	Laverrière.	ing. en ch.	Paris.	Seine.
Ory.	Lelièvre.	insp. gén.	Paris.	Seine.
Grévin.	Muthuon.	ing. en ch.	Lyon.	Rhône.

COMMISSIONS DE SURVEILLANCE.

Instituées pour la navigation des bateaux à vapeur (*).

Bouches-du-Rhône.

De Villeneuve. . .	Ing. des mines.	Marseille.
Diday.	*Idem.*	
De Montricher. . .	Ing. des ponts-et-chauss.	
Moissard	Ing. de la marine.	
Durbec	Capitaine de port.	
Bazin.	Armateur de bateaux à vapeur.	
Fasquiné.	Construct. de machines à vapeur.	
Catelin	Officier en ret. de la mar. royale.	
Barré.	Propriétaire de moulins à vapeur.	
Gallice.	Commandant du génie.	
Benet fils.	Armateur.	
Pierrugues.	Capitaine d'artillerie.	
Réguis.	Chef d'escadron d'artillerie.	
Souchère fils. . . .	Professeur de chimie.	
Demange.	Constructeur de machines	
Toussaint.	Ingénieur des ponts-e -chauss.	

Calvados (Voir *Seine-Inférieure*).

Charente-Inférieure.

Hubert	Direct. des constructions navales.	Rochefort.
Walter	Lieutenant de vaisseau.	
Clarck.	Ing. des construct. navales.	
Lemoyne	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Dor.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	La Rochelle.
Garnier.	Ing. ord. des ponts-et-chaussées.	
Marchegay.	*Idem.*	
Lepage aîné. . . .	Constructeur de navires.	

(*) Ces commissions sont établies en vertu de l'ordonnance royale du 2 avril 1823, relative aux bateaux à vapeur. Elles sont chargées, sous la direction des préfets, de s'assurer si ces bateaux sont construits avec solidité, particulièrement en ce qui concerne l'appareil moteur ; si cet appareil est soigneusement entretenu dans toutes ses parties ; et s'il ne présente pas de probabilités d'effraction ou des détériorations dangereuses, etc

Corse.

Fourier	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Ajaccio.
Beguin	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Berthelin	*Idem.*	
Vogin	Ing. des ponts-et-ch.	Bastia.
De Brie.	Capitaine au corps royal du génie.	
Sisco.	Architecte de la ville de Bastia.	

Côtes-du-Nord.

De Mardigny. . . .	Ing. des ponts-et-chaussées.	Dinan.
Gautier	Négociant.	
Josselin	Négociant.	

Dordogne.

. . . .	Ing. des ponts-et-chaussées.	Bergerac.
Rennes	Médecin.	
Sylvestre . . .	Conducteur des ponts-et-chauss.	
Faugère fils. . . .	Avocat.	
Carré	Pharmacien.	
Gounouilhou . . .	Horloger.	
Clouet fils.	Maître serrurier.	

Finistère.

Trotté de la Roche.	Ing. en chef des ponts.et-chauss.	Brest.
Liénard	Ing. des constructions navales.	
Petot	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Narjot.	Capitaine en premier du génie.	
Dubois	Capitaine en second du génie.	

Gard.

Vinard	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Nîmes.
Eug. de Labaume.	Lieut. col au corps roy. d'ét.-maj.	
Plagniol.	Inspect. de l'Académie de Nîmes.	
Benjamin-Valz. . .	Astronome-physicien.	
Talabot.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Guiraud.	Ancien officier de marine, maire de Villeneuve-les-Avignon.	
Varin	Ing. des mines.	

Gironde.

De Silguy.	Ing. en chef dir. des ponts-et-ch	Bordeaux.
Pigeon.	Ing. des mines.	
Magouty.	Pharmacien.	
Malaure.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Jaquemet.	*Idem.*	
Cousin père. . . .	Maître de forges.	
Bompar.	Capitaine de port.	
Fol.	Direct. de la fonderie de Bacalan.	
Coureau fils . . .	Constructeur.	
Couturier.	Ing des ponts-et-chaussées.	
Deschamps fils. . .	*Idem.*	

Hérault.

Garella	Ing. des mines.	Cette.
Mangeot	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Sarran.	Armateur, négociant.	
Attazin	Négociant, anc. offic. de la marine.	
Alliez.	Conducteur des ponts-et-ch.	
Bessil (Antoine). .	Ancien constructeur de navires.	

Ille-et-Vilaine.

Robinot.	Ing en chef des ponts-et-chauss.	Rennes.
Amaury-Dréo. . .	Négociant.	
Bohard.	Horloger-mécanicien.	
Leroy-Hudelez . .	Serrurier-mécanicien.	
Bataille	Contre-maître de la manufacture de la Pelletière.	

Indre-et-Loire.

Maurice.	Ing. en chef des ponts-et-chauss	Tours.
Sagey	Ing. des mines.	
Bellanger	Conseiller de préfecture.	
Jacquemin.	Architecte.	
Walwein	Maire de Tours	
Borgnet.	Prof. de math. au coll. de Tours.	

Loire-Inférieure.

Cabrol.	Ing. en ch. des ponts-et-ch.	Nantes.
Jégou.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Plantier.	*Idem.*	
Bonamy.	Ing. des ponts-et-ch.	
Lorieux.	Ing. des mines.	
Bellanger	Capitaine de port.	
Bertrand - Fourmant.	Mécanicien.	
Leray	Constructeur de navires.	

Loiret.

Navarre.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Orléans
De Briche.	Ancien secrét. gén. de la préfect.	
Jules Desfrancs . .	Fabricant.	
Abel Laisné-de-Villevêque.	Négociant.	
Sigot	Capitaine de génie.	
Lejeune.	Ing. en ch. du canal lat. de la Loire.	
Lacave	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Léon.	*Idem.*	

Lot-et-Garonne.

De Baudre. . . .	Insp. div. des ponts-et-chaussées	Marmande
Tardy.	Ing. ordinaire des p. et chauss.	
De Laffore. . . .	Ing. en chef. *Idem.*	
De Laffore jeune.	Ing. ordinaire. *Idem.*	
Le Voyer en chef du département.		
Bartagrès.	Professeur de physique.	
De Cressonnière .	Ancien élève de l'école polytech	
Marraud.	*idem.*	
Alquié	Secrétaire général de la préfect.	

Maine-et-Loire.

Prus	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Angers.
Coutencin.	Capitaine d'artillerie.	
Prou	Sous-directeur à l'école des arts et métiers	
Morren	Prof. de phys. au coll. roy. d'Angers.	
De Montmarin. . .	Ingénieur des mines.	
Billard.	Négociant.	
Calabert.	Mécanicien.	

Morbihan.

Potel.	Ing. en chef des travaux marit.	Lorient.
Reich.	Ing. des construct. navales, dir. de l'école d'applic. du génie marit.	
Rossin.	Ing. des constructions navales.	

Pas-de-Calais.

Marguet.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Boulogne.
Michelin.	Sous-commissaire de marine.	
Poblet.	Lieutenant de port.	
Henry.	Architecte.	
Legris.	Professeur d'hydrographie.	
Néhou.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Calais.
Jacques	Commissaire de marine.	
Segur	Capitaine de port.	
Isaac l'aîné	Négociant.	
Larquer.	Directeur d'usine à vapeur.	

Pyrénées (Basses-).

Capella.	Ingén. des ponts-et-chauss.	Bayonne.
Pierre Lannes. . .	Négociant.	
François Stein. .	Mécanicien.	
Duhart	Imprimeur.	
Descandes.	Constructeur de navires.	
Jauréguiberry. . .	Officier de port.	

Bas-Rhin.

Couturat	Ing. en chef des travaux du Rhin.	Strasbourg.
De Billy, ...	Ing. des mines.	
Schvilgué	Mécanicien.	
Persoz.	Prof. à la faculté des sciences.	
Busch.	Maître batelier.	

Rhône.

Mondot de Lagorce.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Lyon.
Chatelus	Ingénieur des mines.	
Marinet.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Montgolfier	Mécanicien.	
Tabareau	Professeur à la Faculté des sc.	

Saône-et-Loire.

De Noel.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Châlons
Remise	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Moreau	*Idem.*	
Petiot Groffier. . .	Ancien maire de Châlons.	
Boissenot fils . . .	Chimiste.	

Seine.

Trémery	Ing. en chef des mines.	Paris.
Poirier de St.-Brice	Ing. des mines.	
Rohault	Archit. commiss. de la pet. voirie.	
Bruzard	Architecte.	
Dumoulin	Inspecteur général de la navigat.	
Delamotte	Géomètre des carrières.	

Seine-et-Marne.

Jousselin	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Melun.
Dejardin	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Semane	Géomètre en chef du cadastre.	
Dupont	Architecte du département.	

Seine-Inférieure.

Mallet	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Rouen.
De Saint-Léger	Ing. des mines.	
Méry	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Roquefeuil	*Idem.*	
Legrand	Capitaine de port.	
Letellier	Inspecteur de l'Académie.	
Monier	Inspecteur de la navigation.	
Gueroult	Ex-constructeur de navires.	
Brehier	Chef de division à la préfecture.	
Frissard	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Le Hâvre (*).
Busche	Ing. ord. des ponts-et chaussées.	
Mortemard	Directeur du port.	
Berteloot	Capitaine de port.	

Somme.

Cocquerel	Ing. en chef des mines.	Amiens
Gayant	Ing en chef des ponts-et-chauss.	
Machart	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Cheussey	Architecte du département	
Pollet	Profess. de phys. au coll. royal.	

Var.

Bernard	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Toulon.
Guillaume	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Lambert	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Kerris	Ing. de la marine.	
Albert	Lieutenant de port.	
Gueit	Architecte.	

(*) La commission du Hâvre est instituée pour les bâtimens du Hâvre à Honfleur.

CIRCULAIRES

Adressées à MM. les Préfets et à MM. les Ingénieurs des mines.

Paris, le 17 janvier 1838.

Machines et chaudières à vapeur employées dans les établissements industriels.

Monsieur le préfet, j'ai l'honneur de vous adresser les tableaux destinés à recevoir les documents statistiques qui doivent être fournis pour l'année 1837, relativement aux machines et chaudières à vapeur employées dans les établissements industriels.

États à fournir pour l'année 1837.

Je vous prie de les transmettre à MM. les ingénieurs chargés de la surveillance de ces appareils, et de me les renvoyer dès qu'ils auront été remplis, en y joignant les observations que vous auriez à y ajouter. Je me réfère à ce sujet à mes circulaires précédentes.

Je rappellerai que ces états doivent me parvenir dans le courant des deux ou trois premiers mois de l'année au plus tard. Cela est nécessaire pour le travail d'ensemble dont ils sont les éléments. Il est facile de satisfaire à cette disposition, puisque ces renseignements ont dû être recueillis dans les visites d'inspection de l'année à laquelle ils s'appliquent, qu'on a eu ainsi tout le temps de les réunir, et qu'il ne s'agit plus alors que de les coordonner et de les porter sur les tableaux. Les retards qui auraient lieu indiqueraient que la surveillance de ces appareils n'est pas exercée avec toute l'exactitude qui est désirable et nécessaire. Je ne saurais trop vous inviter à tenir la main à ce que cette partie importante du service soit faite avec tout le soin qu'elle exige.

L'administration compte sur le zèle de MM. les ingénieurs. Ils donnent chaque jour des preuves du dévouement qui les anime dans les fonctions qui leur sont confiées. Celles qui concernent la surveillance des appareils à vapeur réclament, au même titre que les autres, leur acti-

vité et leurs soins comme un objet qui intéresse à la fois et à un haut degré l'industrie et la sûreté publique.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le conseiller d'état, directeur général des ponts-et-chaussées et des mines,

Signé LEGRAND.

Paris, 18 janvier 1838.

Bateaux à vapeur.

États à fournir pour l'année 1837.

Monsieur le préfet, j'ai l'honneur de vous transmettre les cadres imprimés destinés aux états statistiques à fournir pour 1837, en ce qui concerne les bateaux à vapeur.

Je vous serai obligé de me les renvoyer avec vos observations particulières, aussitôt qu'ils auront été remplis.

Ainsi que ceux qui sont relatifs aux appareils à vapeur employés dans les établissements industriels; et comme l'ont indiqué mes circulaires précédentes, ces documents doivent me parvenir dans les premiers mois de l'année. Je vous prie de faire tout ce qui dépendra de vous pour que cet envoi n'éprouve pas de retard.

C'est un objet que je recommande de nouveau au zèle et au dévouement des commissions de surveillance qui sont chargées de cet important service.

La navigation à la vapeur est d'un grand intérêt pour le commerce et la société en général. Les états qui sont dressés chaque année offrent de précieuses indications sur le développement de cette industrie : il est fort désirable que la réunion de ces documents se fasse avec cette exactitude qui atteste que la surveillance elle-même est exercée avec toute l'activité qu'elle réclame.

Les nouvelles dispositions qui ont été préparées pour compléter les réglements en cette matière, ne sont pas perdues de vue. Si l'examen qu'elles ont exigé a forcé de les différer jusqu'ici, il est permis de penser qu'on sera prochainement à même d'y donner la suite convenable. L'administration ne néglige rien de ce qui est en elle pour parvenir à ce but.

Mais c'est surtout par une inspection assidue, exercée sur les lieux, qu'on peut prévenir les accidents. Je n'ai pas

besoin de recommander à votre sollicitude cette partie essentielle du service.

Recevez, etc.

Le conseiller d'état directeur général des ponts-et-chaussées et des mines,
Signé LEGRAND.

Paris, 30 mars 1838.

M. , ingénieur en chef des mines.

Usines. — Ateliers de lavage. — Curage des bassins d'épuration.

Monsieur, les ateliers qui servent au lavage du minerai sont sujets à occasionner des dommages aux propriétés riveraines, lorsque l'on ne prend pas toutes les précautions nécessaires pour qu'ils n'altèrent point le cours des eaux, et ne déversent pas des matières nuisibles sur les prairies. C'est pour prévenir ces inconvénients que, dans les ordonnances d'autorisation, on impose l'obligation de curer, à certaines époques, les bassins d'épuration qui doivent desservir ces ateliers.

Mais souvent il arrive que cette prescription est éludée. On néglige d'opérer le curage, ou bien il n'est effectué qu'imparfaitement, et les bassins d'épuration, encombrés des résidus que le minerai y a déposés, ne remplissent plus le but auquel ils étaient destinés.

Il convient donc que cette opération du curage soit faite sous les yeux de l'autorité locale, et constatée par elle, afin qu'on ne puisse se soustraire aux conditions qui auraient été prescrites à cet égard.

Il m'a paru en conséquence qu'il serait bon d'ajouter, dans les actes de permissions relatifs aux usines qui comprennent des ateliers de lavage, une clause ainsi conçue :

« Lorsque le curage des bassins d'épuration devra avoir lieu, les permissionnaires en donneront avis au maire de la commune, lequel dressera procès-verbal de ce curage immédiatement après qu'il aura été effectué. »

Je vous invite à insérer dorénavant cette disposition dans les projets que vous auriez à rédiger pour des établissements de cette nature, en y adaptant d'ailleurs les modifications particulières qu'elle pourra recevoir suivant les circonstances et l'état des choses.

Je vous prie de m'accuser réception de la présente et

d'en donner connaissance à MM. les ingénieurs placés sous vos ordres.

Recevez, etc

Le conseiller d'état, directeur général des ponts-et-chaussées et des mines,

Signé LEGRAND.

Paris, 9 avril 1838.

Monsieur , ingénieur en chef des mines.

Recherches de mines.

Monsieur, il se fait en ce moment sur un assez grand nombre de points de nos départements des sondages pour recherches de mines. Il serait fort utile de recueillir des renseignements sur les résultats qui seront obtenus de ces travaux. Indépendamment des notions intéressantes qu'elles pourraient fournir sous un point de vue géologique, ces indications, conservées par l'administration, serviraient un jour aux nouvelles explorations que l'on viendrait à entreprendre; elles éviteraient de recommencer plus tard des tentatives là où le terrain aurait déjà été reconnu stérile, et mettraient à même de profiter pour l'avenir de l'expérience du passé.

C'est surtout à l'égard des recherches par la sonde qu'il importe de constater le résultat aussitôt et pendant même que le travail s'exécute. Les explorations qui s'opèrent par puits et galeries laissent des déblais qui témoignent de la nature intime des couches que l'on a rencontrées, des substances minérales qui se sont offertes. Mais lorsqu'un trou de sonde est fini et abandonné, il ne reste après lui aucun indice de son existence et des parties du sol qu'il a traversées. Beaucoup de sondages dont on a ainsi perdu les traces, ont été exécutés à diverses époques : si l'on eût enregistré les observations auxquelles ils pouvaient donner lieu, elles serviraient aujourd'hui aux recherches nouvelles que l'on entreprend.

On rendrait donc un service réel à l'industrie en constatant les résultats que donneront les explorations qui s'exécutent ou qui se préparent.

Ces détails devraient comprendre :

1° La désignation précise de la localité où la recherche est faite;

2° Le but et le mode de cette recherche;

3° La série des faits mis en évidence par les explorations opérées, tels que la nature des terrains traversés, couche par couche, l'épaisseur des formations, etc.

Non-seulement les sondages pour recherches de mines, mais aussi ceux qui ont pour objet de trouver des eaux jaillissantes peuvent fournir des documents précieux sur la nature intime du sol ; ils méritent également de fixer l'attention sous ce rapport.

Je vous invite, monsieur, ainsi que MM. les ingénieurs placés sous vos ordres, à recueillir, autant que cela vous sera possible, les faits relatifs aux recherches qui seront opérées dans l'arrondissement dont le service vous est confié, et principalement en ce qui concerne celles qui s'exécuteront à l'aide de la sonde. Vous me transmettrez ces documents à mesure que vous les aurez réunis. Il seront classés, d'après leur nature, avec ceux qui proviendront des autres localités.

Veuillez m'accuser réception de la présente, dont je vous prie de donner connaissance à MM. les ingénieurs placés sous vos ordres. Leur travail devra me parvenir, comme de coutume, par votre intermédiaire.

Récevez, etc.

Le conseiller d'état, directeur général des ponts-et-chaussées et des mines,

Signé LEGRAND.

Paris, 16 juin 1838.

Compte rendu des travaux des ingénieurs des mines en 1837. — Documents statistiques à fournir en 1838.

Monsieur, j'ai l'honneur de vous adresser avec la présente : 1° le compte rendu des travaux des ingénieurs des mines en 1837 ; 2° les tableaux statistiques à remplir en 1838, relativement à la campagne de 1837. Je vous prie de m'adresser ces tableaux pour le 1er octobre au plus tard. Suivant l'usage, le travail des ingénieurs ordinaires me parviendra par l'intermédiaire des ingénieurs en chef, qui y joindront leurs observations. On n'attendra pas cette époque pour m'envoyer les parties de ce travail qui seraient terminées auparavant.

Je n'ai pas besoin d'insister ici sur l'importance de ces documents. C'est en consacrant tous leurs soins à les rendre aussi complets que possible, que MM. les ingénieurs mettent l'administration à même de donner un véritable intérêt aux publications annuelles qui sont mises sous les

yeux des chambres. Je dois donc avoir confiance dans la continuation de leur zèle et de leurs efforts. Le corps des mines a la mission de concourir aux progrès de l'industrie. Une pareille mission bien comprise ne peut manquer d'avoir les plus utiles résultats. Il importe de seconder et de constater ces progrès, de faire voir quels sont les essais tentés, les perfectionnements obtenus. C'est par là que le pays s'éclaire, et que le bien se propage.

Si, dans d'autres temps, les travaux des ingénieurs des mines passaient en quelque sorte inaperçus, aujourd'hui ils sont connus et appréciés, et il leur est rendu une complète justice. C'est un grand plaisir pour moi de faire ressortir l'utilité de la coopération d'un corps si distingué. Au milieu de ce mouvement industriel qui est un des caractères de notre époque, il est naturellement appelé à rendre de nouveaux services. On le trouvera certainement toujours empressé de s'acquitter avec zèle des travaux qui pourront être demandés à son dévouement et à ses lumières.

Recevez, etc.

Le conseiller d'état, directeur général des ponts-et-chaussées et des mines,

Signé LEGRAND.

Paris, 25 juin 1838.

Compte rendu des travaux des ingénieurs des mines pendant l'année 1837.

Monsieur le préfet, j'ai l'honneur de vous adresser un exemplaire du compte rendu des travaux des ingénieurs des mines pendant l'année 1837. Les documents statistiques annexés à ce compte ajoutent beaucoup à l'intérêt de cette publication ; et j'ai pensé qu'il vous serait agréable d'en avoir connaissance. En réunissant ainsi chaque année les détails qui concernent nos mines et nos usines métallurgiques, on constate des faits qu'il est très-utile de recueillir, dans le double but d'éclairer des questions importantes relatives à notre industrie, et de mettre celle-ci sur la voie des perfectionnements et du progrès. Les conseils et l'intervention des ingénieurs des mines sont de nature à exercer à cet égard une heureuse influence; l'administration doit, de son côté, encourager tous les efforts, en leur prêtant son concours et son appui.

Recevez, etc.

Le conseiller d'état, directeur général des ponts-et-chaussées et des mines,

Signé LEGRAND.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XIII.

GÉOLOGIE ET MINÉRALOGIE.

ANALYSES DE SUBSTANCES MINÉRALES.

(*Travaux de* 1837.)

CHIMIE. (Extraits.)

(*Travaux de* 1837.)

MÉTALLURGIE ET MINÉRALURGIE.

MÉCANIQUE. — EXPLOITATION.

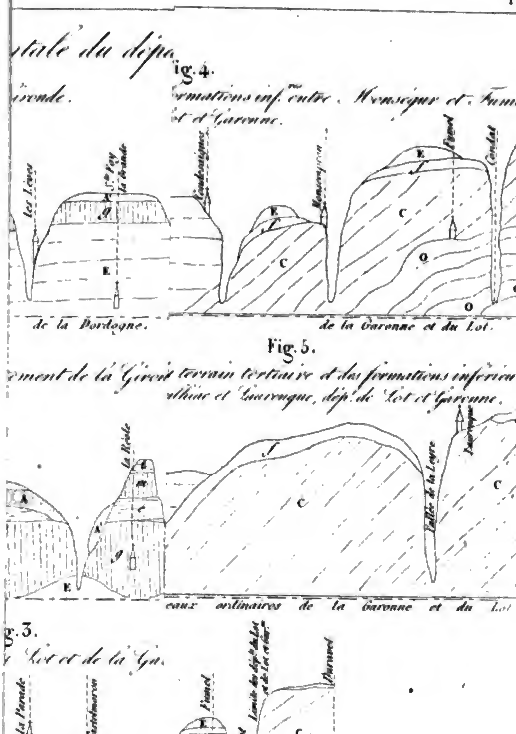
STATISTIQUE.

ADMINISTRATION.

FIN DE LA TABLE.

PLANCHES JOINTES AU TOME XIII.

P



g. 3.

Lot et de la Ga

la Parade

Castelmoron

Fumel

Condat

Limite des dép. du Lot et de Lot et Gar.

Duravel

E
C
O

LÉGENDE.

rive droite du Lot is

e.

marine

harine

Formatio

porain

de l'.

rineux.

e' Calcaire d'eau douce de l'Agenais, gris de fumée et poreux.

m' Calcaire d'eau douce de l'Agenais avec huitres

g' Couche inférieure de Calcaire d'eau douce de l'Agenais avec huitres.

C Terrain de Craie.

f Terrain ferrifère.

O Terrain oolitique.

T Marais tourbeux

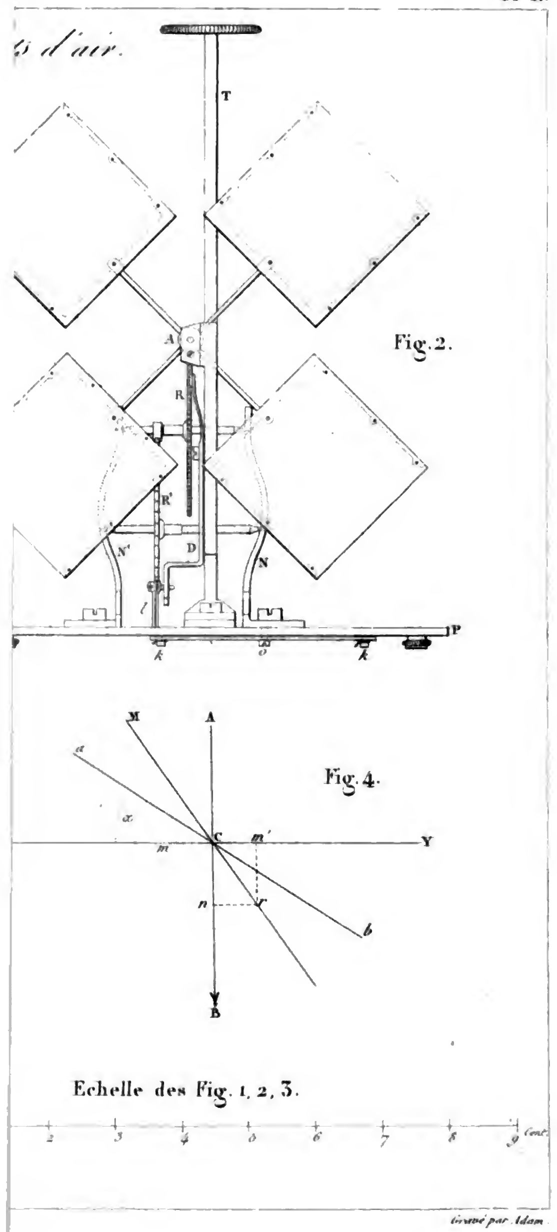
P Terre de Palus ou alluvion récente des fleuves

Nicolle

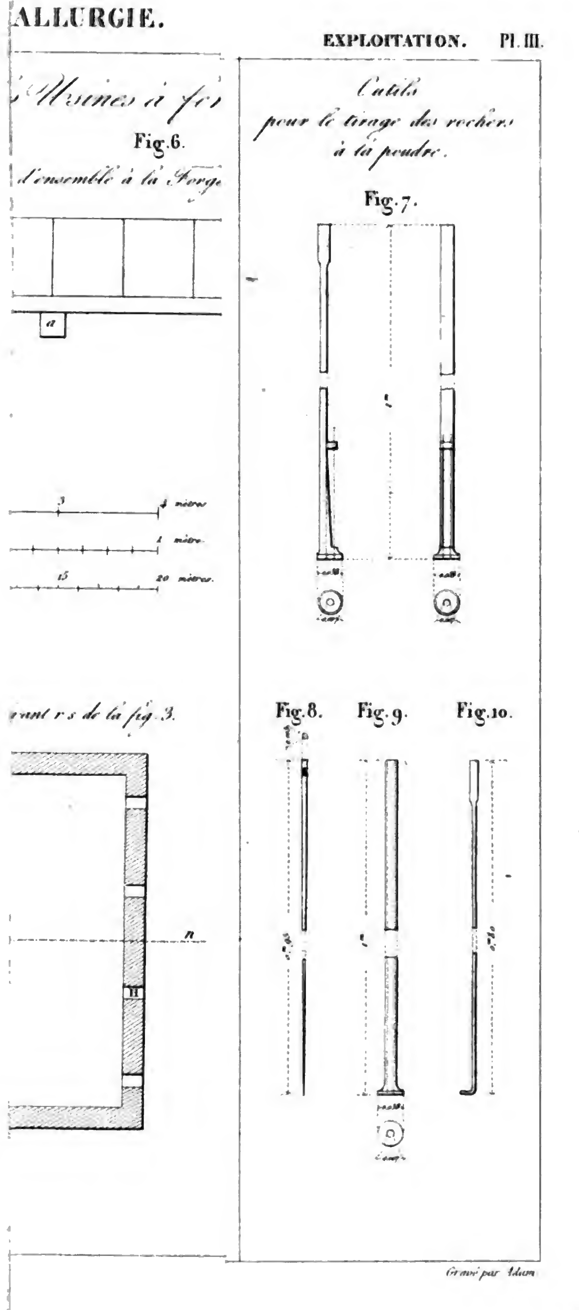
Lot.

s étant beaucoup plus grandes que celles des hauteurs.
ont exagérées dans toutes les figures.

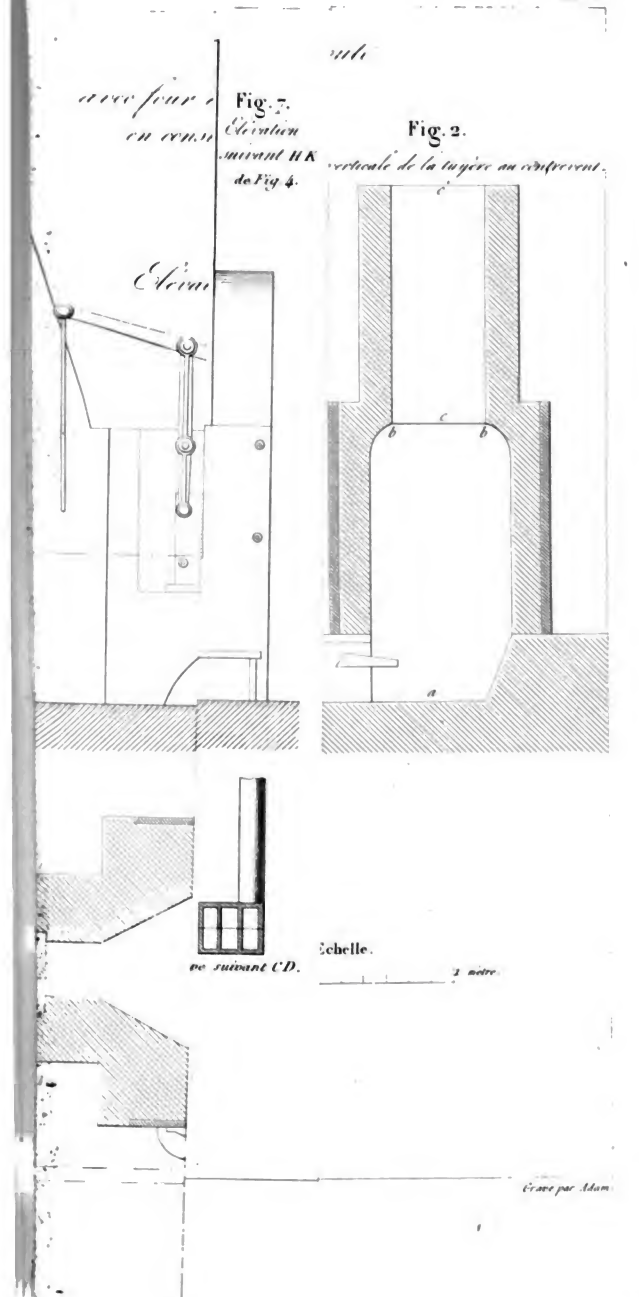
Gravé par Ada



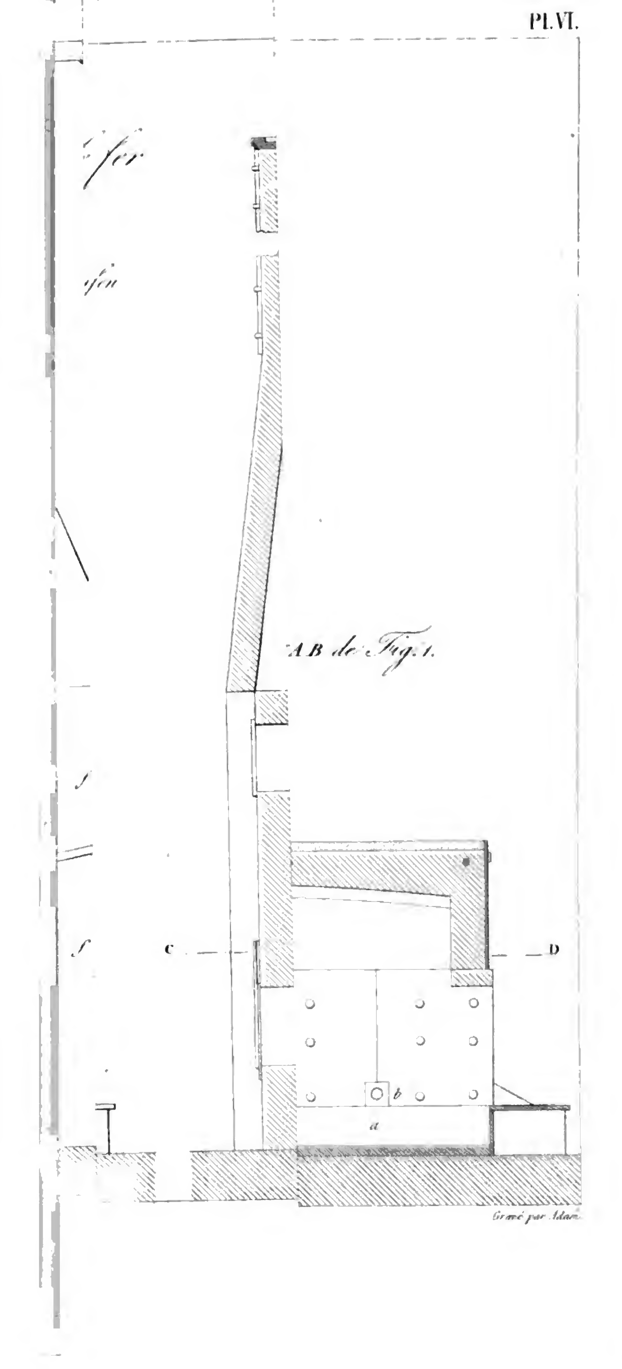
Gravé par Adam.

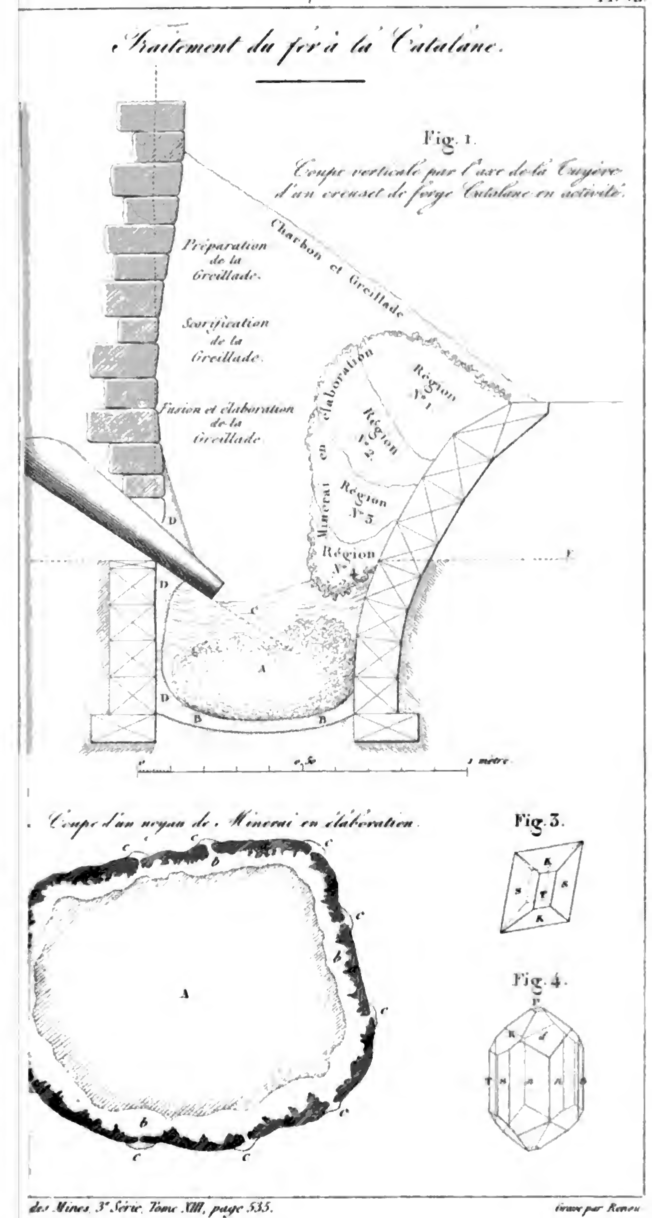


Gravé par Adam



...ulé
...avec four à...
...en cons...
Fig. 7.
Élévation
suivant H K
de Fig. 4.
Fig. 2.
...verticale de la tuyère au contrevent.
Élévat...
c
c
b
b
a
...ue suivant C D.
...chelle.
1 mètre
Gravé par Adam


fer
AB de Fig. 1.
C
D
b
a
Gravé par Adam



Gravé par Renou



